

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikační techniky

Moderní metody vytápění rodinného domu.

New methods for heating residential home.

2020

Bc. Tomáš Hurík

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Tomáš Hurík**
Studijní program: N2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907T001 Elektroenergetika
Téma: **Moderní metody vytápění rodinného domu.
New methods for heating residential home.**

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Teoretický rozbor alternativ vytápění.
2. Tepelná čerpadla, výběr optimální varianty pro vytápění rodinného domu.
3. Výpočet tepelné ztráty zadaného rodinného domu.
4. Moderní metody nízkoenergetických způsobů vytápění rezidenčních objektů.
5. Návrh optimálního vytápění zadaného rodinného domu.

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Hradílek Z. a kol. Elektrotepelná technika. ČVUT Praha 2011.
2. Hradílek Z. Elektroenergetika distribučních a průmyslových zařízení. Montanex Ostrava 2008.
3. Program Techcon online Bratislava ATCON System.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Zdeněk Hradílek, DrSc.**

Datum zadání: 01.09.2019

Datum odevzdání: 30.04.2020

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prehlásenie

Prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracoval samostatne. Uviedol som všetky literárne pramene a publikácie, z ktorých som čerpal.

V Ostrave dňa: 20.4.2020


.....
podpis študenta

Pod'akovanie

Rád by som sa poďakoval vedúcemu diplomovej práce prof. Ing. Zdeněk Hradílek, DrSc. za odbornú pomoc a konzultáciu pri vytváraní tejto diplomovej práce.

Abstrakt

Hlavným cieľom tejto diplomovej práce je návrh optimálneho vykurovania pre zadaný rodinný dom. Pre samotný návrh je potrebné poznať tepelné straty objektu, pomocou ktorých určíme vhodný vykurovací systém. V teoretickej časti sú zahrnuté možné spôsoby vykurovania, a porovnanie jednotlivých vykurovacích systémov. Praktická časť je tvorená hlavné výpočtom tepelných strát, ktoré boli prevedené programom TECHCON FV PLAST . Pomocou výpočtov sme si porovnali jednotlivé vykurovacie systémy, a z technicko ekonomického hľadiska vyhodnotili ten najlepší. Na záver sme navrhli vykurovací systém spoločne s cenovým ohodnotením.

Kľúčové slova

Vykurovanie, rodinný dom, tepelné čerpadlo, kotol na ekohrášok, elektrické kúrenie, tepelné straty, ročná spotreba tepla, cenové ohodnotenie

Abstract

The main purpose of this master thesis is a design of optimal heating system for given residential home. For the design alone, it is required to know the heat losses of the object, which will help us to identify a suitable heating system. The theoretical part of the thesis includes possible ways of heating and a comparison of individual systems. The practical part mainly consists of calculation of heat losses, provided by TECHCON FV PLAST program. With the help of these calculations, we compared individual heating systems and of technical economic point of view picked the best one. In the end, we designed the heating system together with its pricing.

Key words

Heating, residential home, heat pump, eco-pea coal boiler, electric heating, heating losses, annual heat consumption, pricing

Zoznám použitých symbolov

Symbol	Jednotky	Význam symbolu
P_h	kW	Príkon hybrid. ohrievača
P_d	W	Výkonové číslo
ε	-	Dodaný el. výkon
Q_c	W	Celkové tepelné straty
Q_p	W	Tepelná strata prestupom
Q_v	W	Tepelná strata vetraním
Q_z	W	Tepelný zisk
S_i	m ²	Plocha ochladzovacej steny
K_i	W.m ⁻² .K ⁻¹	Súčiniteľ prestupu tepla
T_i	°C	Vnútorná teplota
T_e	°C	Vonkajšia teplota
D	K.deň	Deňnostupne
D	Deň	Počet vykurovacích dní
$Q_{vyk,r}$	kWh/rok	Potrebné teplo na kúrenie
$Q_{tuv,r}$	kWh/rok	Ročná potreba tepla pre TUV
p	kg/m ³	Hustota vody
m_i	kg	Hmotnosť paliva za rok
H_i	mJ.kg ⁻¹	Výhrevnosť paliva
η_i	%	Účinnosť kotla
N_{pi}	Eur	Náklady na palivo
C_{pi}	Eur.kg ⁻¹	Cena paliva za kilogram

Zoznám použitých skratiek

Skratka	Význam
Tv	Doba vykurovania
Ti	Výpočtová vnútorná teplota
Tzv.	Takzvané
Tt	Doba tlmeného vykurovania
mm	Milimeter
h	Hodina
kg	Kilogram
HDO	Hromadné diaľkové ovládanie
TÚV	Teplá úžitková voda
NED	Nízko energetický dom
DPH	Daň z pridanej hodnoty

Zoznám použitých obrázkov

Obrázok 1.1:	1 Oblasť tepelné pohody [1]	- 15 -
Obrázok 1.2:	2 Diagram denného zaťaženia.....	- 16 -
Obrázok 1.3:	3 Typy akumuláčnych ohrievačov	- 17 -
Obrázok 1.4:	4 Akumulačné elektrické podlahové vykurovanie [1]	- 18 -
Obrázok 1.5:	5 Cirkulácia vzduchu v miestnosti [1].....	- 19 -
Obrázok 1.6:	6 Podlahové vykurovanie vykurovacími káblami [1].....	- 19 -
Obrázok 1.7:	7 Konštrukčná skladba vykurovaných podláh [1].....	- 20 -
Obrázok 1.8:	8 denný prevádzkový režim pre akumuláciu sústavu [1].....	- 20 -
Obrázok 1.9:	9 denný prevádzkový režim pre polo akumuláciu sústavu [1].....	- 21 -
Obrázok 1.10:	10 denný prevádzkový režim pre priamo vykurovaciu sústavu [1]	- 21 -
Obrázok 1.11:	11 Sálavé elektrické vykurovanie [1]	- 22 -
Obrázok 1.12:	12 Auto regulácia ohrievacieho a vykurovacieho režimu [2]	- 23 -
Obrázok 1.13:	13 Kotel spôsob spaľovania (horné, dolné, horno-dolné spaľovanie) [3]-	- 24 -
Obrázok 1.14:	14 Popis kotla na eko hrašok [5]	- 26 -
Obrázok 1.15:	15 Znárodnenie plynového kúrenia [7]	- 27 -
Obrázok 1.16:	16 Zloženie plynového kotla 9]	- 28 -
Obrázok 1.17:	17 solárny systém s akumulácnou nádržou [5]	- 29 -
Obrázok 1.18:	18 Solárny systém s tepelným výmenníkom [10].....	- 30 -
Obrázok 1.19:	19 Nevýhody trubicového kolektora [13]	- 30 -
Obrázok 2.1:	20 Princíp funkcie tepelného čerpadla [1].....	- 31 -
Obrázok 2.2:	21 Popis tepelného čerpadla [12]	- 32 -
Obrázok 2.3:	22 Princíp vykurovacieho faktoru tepelného čerpadla [1]	- 32 -
Obrázok 2.4:	23 Tepelné čerpadlo Vzduch – voda [12]	- 33 -
Obrázok 2.5:	24 Tepelné čerpadlo Zem-voda, geotermálny vrt [13].....	- 34 -
Obrázok 2.6:	25 Tepelné čerpadlo Zem-voda, plošný kolektor [14].....	- 35 -
Obrázok 2.7:	26 Tepelné čerpadlo Voda-voda, podzemný systém [12].....	- 36 -
Obrázok 2.8:	27 Tepelné čerpadlo Voda-voda, povrchový systém[15]	- 36 -
Obrázok 2.9:	28 Bloková schéma monovalentného chodu [1].....	- 37 -
Obrázok 2.10:	29 Bloková schéma mono energetického chodu [1].....	- 37 -
Obrázok 2.11:	30 Bloková schéma bivalentného chodu [1]	- 38 -
Obrázok 2.12:	31 Bod bivalencie [16]	- 38 -
Obrázok 3.1:	32 Energetická bilancia rodinného domu [17]	- 39 -
Obrázok 3.3:	33 3D animácia rodinného domu	- 42 -
Obrázok 3.2:	34 Zloženie konštrukčných častí v programe Techcon.....	- 42 -
Obrázok 3.4:	35 Rodinný dom.....	- 47 -
Obrázok 3.5:	36 Tepelné čerpadlo Convert [19]	- 48 -
Obrázok 3.6:	37 Tepelné čerpadlo Nibe [20]	- 49 -
Obrázok 3.7:	38 Tepelné čerpadlo Logatherm [21]	- 49 -
Obrázok 3.8:	39 Kotel Envirotherm Eko 7 [22].....	- 52 -

Obrázok 3.9:	40 Kotel Galmet [23]	- 53 -
Obrázok 3.9:	41 Kotel Matix [24]	- 53 -
Obrázok 3.10:	42 Elektrický kotol [27]	- 56 -
Obrázok 4.1:	43 Nízko energetický dom [29]	- 58 -
Obrázok 4.2:	44 Rozloženie prúdenia vzduchu [34]	- 62 -
Obrázok 4.3:	45 Vykurovacia fólia [34]	- 63 -
Obrázok 4.4:	46 Vykurovacie káble [34]	- 63 -
Obrázok 4.5:	47 Vykurovacie káble uložené na stene [35]	- 65 -
Obrázok 4.6:	48 Princíp nekonečnej rúrky [35]	- 66 -
Obrázok 4.7:	49 Princíp registra [35]	- 66 -
Obrázok 4.8:	50 Stropné vykurovanie [36]	- 67 -
Obrázok 4.9:	51 Reflexná fólia [36]	- 67 -
Obrázok 4.10:	52 Rekuperácia [37]	- 69 -
Obrázok 4.11:	53 Temperovanie cez mobil [38]	- 71 -
Obrázok 4.12:	54 Znečisťovanie CO ₂ [39]	- 72 -
Obrázok 4.13:	55 Ekologické metódy vykurovania [39]	- 74 -
Obrázok 5.1:	56 Pôdorys prízemí s vyznačenými radiátormi	- 75 -
Obrázok 5.2:	57 Pôdorys poschodia s vyznačenými radiátormi	- 76 -
Obrázok 5.3:	58 3-D vizualizácia navrhnutého vykurovania	- 76 -

Zoznám použitých tabuliek

Tabuľka 1:	Vlastnosti eko hrášku [4]	- 25 -
Tabuľka 2:	Tepelné straty v miestnostiach	- 43 -
Tabuľka 3:	Tepelné straty cez konštrukcie.....	- 44 -
Tabuľka 4:	Vstupné údaje	- 44 -
Tabuľka 5:	Varianty čerpadiel.....	- 50 -
Tabuľka 6:	Váhy.....	- 50 -
Tabuľka 7:	Výsledné vyhodnotenie	- 51 -
Tabuľka 8:	Výsledné vyhodnotenie	- 55 -
Tabuľka 9:	Výber optimálneho kotla	- 55 -
Tabuľka 10:	Výber optimálneho vykurovacieho systému	- 57 -
Tabuľka 11:	Maximálna ročná tepelná spotreba [33].....	- 59 -
Tabuľka 12:	Únik tepla konštrukciou domu [33].....	- 59 -
Tabuľka 13:	Optimálna teplota miestnosti [34]	- 60 -
Tabuľka 14:	Porovnanie jednotlivých palív z hľadiska produkcie oxidu uhličitého.....	- 73 -
Tabuľka 15:	Vykurovacie telesá Viessman	- 77 -
Tabuľka 16:	Regulačné armatury	- 77 -
Tabuľka 17:	Medené potrubie.....	- 78 -
Tabuľka 18:	Medené spojky.....	- 78 -
Tabuľka 19:	Nádrže a čerpadlo	- 78 -

Obsah

Zoznám použitých symbolov	- 7 -
Zoznám použitých skratiek	- 8 -
Zoznám použitých obrázkov	- 9 -
Zoznám použitých tabuliek	- 11 -
Úvod.....	- 14 -
1 Teoretický rozbor alternatív vykurovania	- 15 -
1.1 Elektrické vykurovacie systémy.....	- 16 -
1.1.1 Akumulačné elektrické vykurovanie	- 16 -
1.1.2 Priamo výhrevné elektrické vykurovanie	- 18 -
1.1.3 Sálavé elektrické vykurovanie.....	- 22 -
1.1.4 Elektródové kotly	- 22 -
1.1.5 Hybridné vykurovanie	- 23 -
1.2 Kotel na tuhé paliva	- 24 -
1.3 Plynové kúrenie	- 27 -
1.4 Solárna energia pre vykurovanie	- 28 -
2 Tepelné čerpadlá	- 31 -
2.1 Princíp funkcie tepelného čerpadla	- 31 -
2.2 Princíp vykurovacieho faktoru tepelného čerpadla	- 32 -
2.3 Druhy tepelných čerpadiel.....	- 33 -
2.3.1 Vzduch – voda.....	- 33 -
2.3.2 Vzduch – vzduch	- 34 -
2.3.3 Zem – voda.....	- 34 -
2.3.4 Voda – voda.....	- 35 -
2.3.5 Energetické pilóty.....	- 37 -
2.4. Chody tepelných čerpadiel	- 37 -
2.4.1 Monovalentný chod.....	- 37 -
2.4.2 Mono energetický chod	- 37 -
2.4.3 Bivalentný chod.....	- 38 -
2.5 Stanovenie bodu bivalencie.....	- 38 -

3 Výpočet tepelnej straty rodinného domu a výber optimálneho vykurovacieho systému	39 -
3.1 Výpočet tepelných strát program TECHCON	41 -
3.2 Zhrnutie výsledkov	43 -
3.3 Výpočet ročnej spotreby tepla	44 -
3.4 Výber optimálnej varianty pre vykurovanie rodinného domu.....	47 -
3.4.1 Tepelné čerpadlá.....	47 -
3.4.2 Automatické kotly	52 -
3.4.3 Elektrické vykurovanie.....	56 -
3.4.4 Výber optimálneho vykurovacieho systému	57 -
4 Moderné metódy nízkoenergetických spôsobov vykurovania rezidenčných objektov	58 -
4.1 Úniky tepla v nízko energetických domov	59 -
4.2 Najvhodnejší spôsob vykurovania.....	60 -
4.3 Moderné spôsoby nízkoenergetického vykurovania	61 -
4.3.1 Podlahové vykurovanie	62 -
4.3.2 Stenové vykurovanie	64 -
4.3.3 Stropné vykurovanie.....	67 -
4.4 Moderné metódy zníženia energetických nákladov pri vykurovaní.....	68 -
4.4.1 Rekuperácia a moderné vetranie	68 -
4.4.2 Temperovanie	71 -
4.5 Ekologické riešenie	72 -
5 Návrh optimálneho vykurovania zadaného rodinného domu.....	75 -
5.1 Postup návrhu.....	75 -
5.2 Cenové vyhodnotenie	77 -
Záver	79 -
Použitá literatúra	80 -
Zoznám príloh	83 -

Úvod

Zvolená diplomová práca sa zaoberá problematikou vykurovania rodinného dvojpodlažného domu. Pri samotnom návrhu je potrebné zohľadniť si niekoľko faktorov. Jedná sa hlavne o ekonomickú časť, ako je investícia do prípadného vykurovacieho systému, taktiež ročné prevádzkové náklady. Ďalšiu časť tvorí geografická poloha daného objektu, ktorá nám napovie, či je možné použiť daný systém.

Prvá kapitola sa zaoberá teoretickým rozborom alternatív vykurovania. Sú tu zahrnuté elektrické vykurovacie systémy, vykurovanie tuhým palivom, plynové vykurovanie a solárna energia. Porovnávame hlavne výhody týchto vykurovacích systémov.

Druhá kapitola je venovaná tepelným čerpadlám. Je tu zahrnutý princíp funkcie tepelných čerpadiel, ich rozdelenie, prevádzky a stanovenie bodu bivalencie.

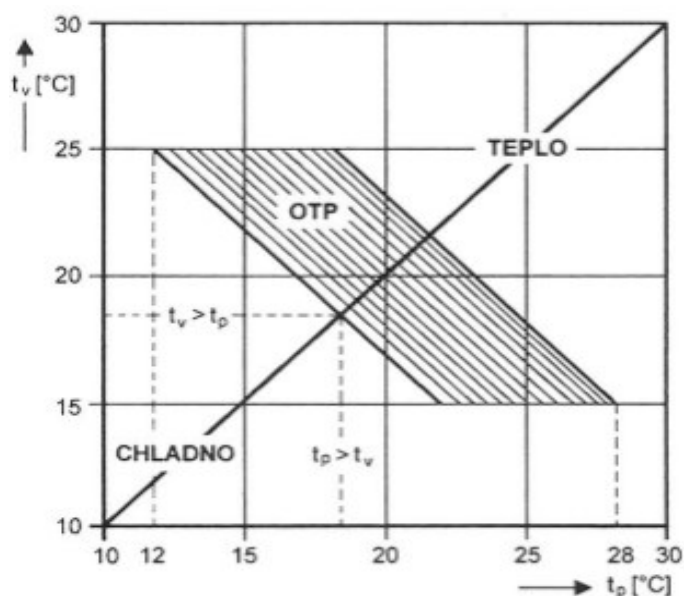
Tretia kapitola je z časti praktická. V prvej časti počítame tepelné straty nášho vybraného rodinného domu. K výpočtu tepelných strát používame program Techcon. Po výpočte tepelných strát bol prevedený výpočet ročnej spotreby elektrickej energie na vykurovanie a ohrev teplej úžitkovej vody. V druhej časti sme sa venovali výberu optimálnej varianty pre vykurovanie rodinného domu. Tu sme porovnávali tri vykurovacie systémy, tepelné čerpadlo Vzduch-voda, automatický kotol na ekologický hrášok, a elektrické vykurovanie. Pomocou analýzy metódy váženého súčtu, bol zvolený systém, ktorý dosiahol najlepší výsledok.

Štvrtá kapitola sa zaoberá modernými spôsobmi nízkoenergetického vykurovania. Sú tu zahrnuté možnosti zníženia energetických nákladov pri vykurovaní.

V poslednej piatej kapitole je uvedený návrh vykurovania na prízemí a v prvom poschodí. Samotný návrh bol prevedený v programe Techcon, v ktorom sme naviazali na výpočet tepelných strát. V tabuľkách je uvedené cenové vyhodnotenie vykurovacieho systému a započítané kúrenárske práce.

1 Teoretický rozbor alternatív vykurovania

Hlavnou úlohou vykurovania je zabezpečiť v uzavretých miestnostiach priaznivé tepelné pomery v chladnom zimnom období, kedy je vonkajšia teplota nižšia ako požadovaná teplota v miestnostiach a kedy tiež ostatné poveternostné vplyvy spôsobujú ochladzovanie miestností. Ide o zabezpečenie tzv. tepelnej pohody. To znamená, že sa musí dosiahnuť takých tepelných pomerov, aby sa človek cítil príjemne. Tepelnú pohodu človeka ovplyvňuje jeho zdravotný stav, vek, druh činnosti, ktorú vykonáva. Pociť dobrej tepelnej pohody je v podstate daný rovnováhou tepelného režimu človeka, nutný k udržaniu stálej teploty tela 37°C .[1]



Obrázok 1.1: 1 Oblasť tepelné pohody.[1]

V súčasnosti máme veľa metód pre vykurovanie rodinných domov. Musíme však ale nájsť tu optimálnu voľbu, ktorá závisí na mnoho faktorov. Nájsť optimálny spôsob vykurovania nie je skutočne jednoduché, pretože nevieme ako sa bude v budúcnosti pohybovať cena elektriny, plynu, alebo tuhých palív. Každá voľba vykurovania má preto svoje výhody ale aj nevýhody. [1]

Možnosti vykurovania

- Elektrické
- Tuhé palivo
- Plynové
- Solárne

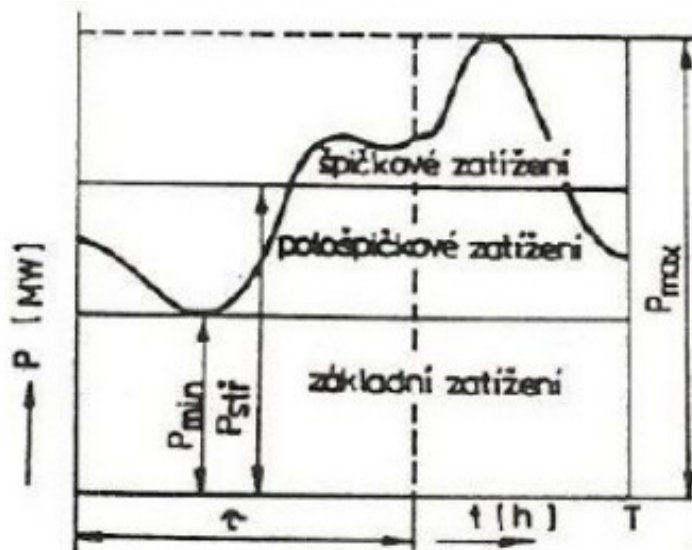
1.1 Elektrické vykurovacie systémy

Podľa časového odberu elektrickej energie zo siete a jej premeny na teplo rozlišujeme tieto systémy na:

- **Akumulačné** - elektrická energia premieňa na teplo, ktoré sa skladuje vo vhodnom akumulacnom materiáli. Teplo sa potom samovoľne alebo riadene uvoľňuje prevažne v dobe nasledujúcej po nabití.
- **Priamo výhrevné** - elektrická energia sa premieňa v teplo ktoré je ihneď vydané do vykurovanej miestnosti
- **Hybridné** - využívajú premeny elektriny v tepelnú energiu čiastočne akumulacným a čiastočne priamo výhrevným spôsobom [1]

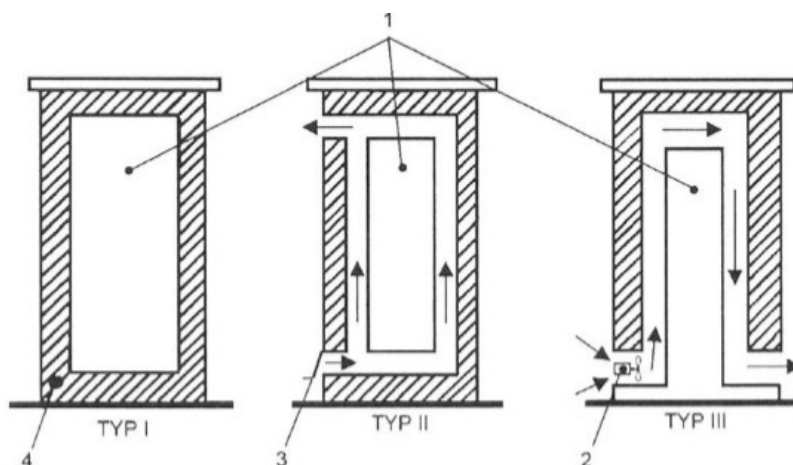
1.1.1 Akumulačné elektrické vykurovanie

Jedná sa o typ vykurovania, ktorý využíva odber elektrickej energie vo vybraných najčastejšie nočných hodinách (nabíjanie od 22 do 6 hodín) a primeraných dôvodov vo vybraných denných hodinách (dobíjania po 2 hodinách a viac). Premena elektrickej energie na tepelnú energiu môže mať rôzne formy. Elektrická energia sa premieňa na teplo v odporových vykurovacích článkoch alebo kábloch, ktoré sú uložené v akumulacnom materiáli. Tento materiál má tvar ohrievača, kotla alebo je betónovou časťou stavebnej konštrukcie, spravidla podlahy. Vykurovanie vyžaduje spoľahlivú znalosť doby vykurovania T_v na výpočtovú vnútornú teplotu t_i , do ktorej sa zahrieva aj doba tzv. nábehu na plnú teplotu a doba tlmeného vykurovania T_t



Obrázok 1.2: 2 Diagram denného zaťaženia

Ako akumulčný materiál sa užíva spravidla magnezit a šamot. Podľa konštrukčného prevedenia a spôsobu zdieľania tepla pri vykurovaní miestností sa rozlišujú tri typy akumulčných ohrievačov tak, ako sú znázornené na obr. 1.3 [1]



Obrázok 1.3: 3 Typy akumulčných ohrievačov

➤ Typ I

Z tohto typu vyplýva, že je charakteristický zdieľaním tepla len z povrchu plášt'a ohrievača. Po skončení nabíjania nemôžeme riadiť vydávanie tepla do okolia. Teplo je zdieľané výlučne sálaním povrchu ohrievača a prirodzenou konvekciou z povrchu. Akumulačné jadro je zostavené zo šamotových tvárnic, do ktorých sú zahrnuté vykurovacie tvárnice. V súčasnosti sú výhrevné tvárnice inovovaného prevedenia kachlí nahradené keramickými výhrevnými tyčami [1]

➤ Typ II

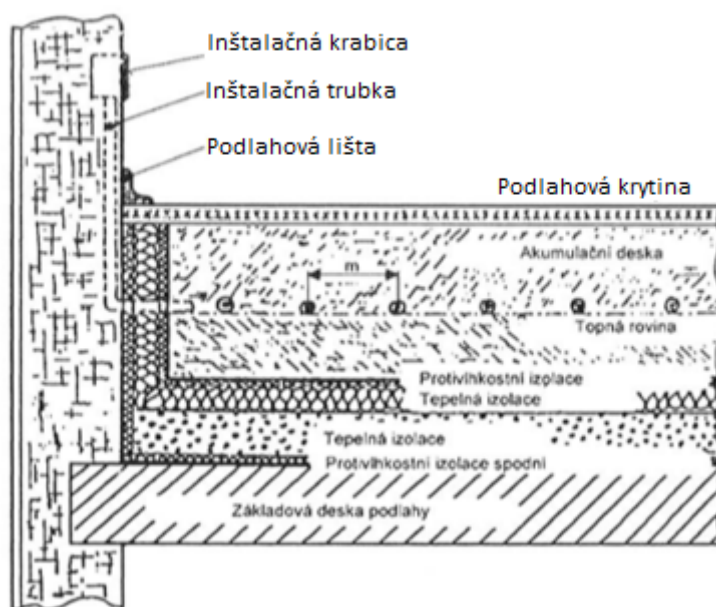
Teplo je odovzdávané ohrievačom do miestnosti predovšetkým povrchom plášt'a, a to sálaním a konvekciou. Časť tepla je vydávaná riadene to znamená že ohrievaný vzduch nám prúdi teplovzdušnými kanálkami v akumulčnom jadre. Ohrievač disponuje priestorovým termostatom, ktorý čiastočne riadi vydávanie tepla po ukončení nabíjania zatváraním a otváraním prieduchov. Tento typ je výhodný pre celodenné využívanie v obytných miestnostiach s dobrými akumulčnými vlastnosťami [1]

➤ Typ III

Akumulačné jadro je dokonale izolované. Plášť ohrievača je spravidla plechový, s veľmi nízkymi teplotami povrchu. Teplo sa vybíja predovšetkým prehánaním vzduchu ventilátorom kanálkami v jadre. Chod ventilátora, spravidla dvojrýchlostného, sa riadi priestorovým termostatom. Dynamické akumulčné ohrievače sa prednostne využívajú pre vykurovanie bytov a rodinných domov, kde je potrebné rýchle zakúrenie. Ústredné elektrické akumulčné vykurovanie pozostáva z tradičnej teplovodnej vykurovacej sústavy z elektrického, spravidla odporového zdroja tepla až vodného akumulátora. Teplo sa z akumulátora dopravuje do vykurovanej miestnosti. [1]

Podlahové akumulčné vykurovanie

Zdrojom tepla u tohto typu vykurovania sú vykurovacie káble, ktoré sú uložené v betónovej mazanine podlahovej konštrukcie. Povrchová teplota podlahy nemá prekročiť 25 °C. Podmienkou uplatnenia vykurovania je dlhá životnosť a jej garancia. Rýdzo akumulčná sústava elektrického podlahového vykurovania, nabitá výhradne nočným prúdom po dobu 8 hodín, je vhodná predovšetkým pre nové a rekonštruované objekty využívané len v dopoludňajších hodinách, maximálne skorých popoludňajších hodinách. Pre celodenne vykurovanej miestnosti sa príliš nehodí. Je charakteristická dobrou spodnou tepelnou izoláciou (kombinácia penového polystyrénu a minerálnej vláknite izolácie) a najmä veľkou hrúbkou akumulčnej dosky (90 až 150 mm). Vykurovacia rovina s vykurovacími káblami sa umiestňuje do spodnej polovice akumulčnej dosky, [1]



Obrázok 1.4: 4 Akumulačné elektrické podlahové vykurovanie [1]

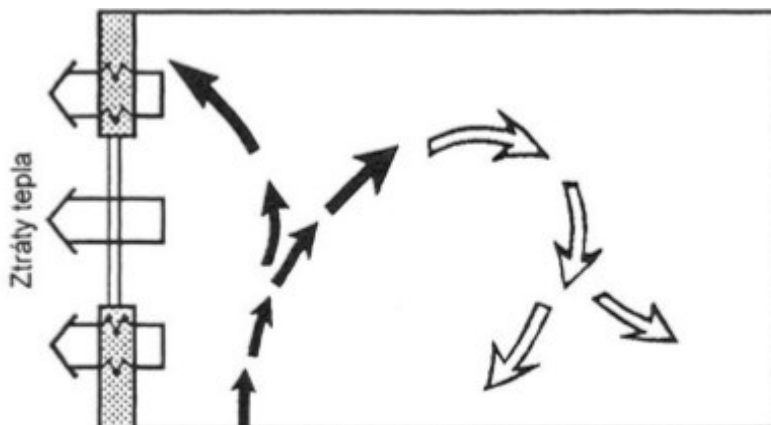
1.1.2 Priamo výhrevné elektrické vykurovanie

Skladá sa z rozvodu, z priamo vykurovacích ohrievačov s vykurovacími telesami alebo elektródami a z regulačného obvodu pre zaistenie optimálneho cyklu vykurovania. Podľa umiestnenia zdroja tepla a spôsobu zdieľania tepla môžeme elektrické priamo výhrevné systémy rozdeliť nasledovne. [1]

Konvenčné elektrické vykurovanie

Konvektory sú elektrické ohrievače, ktoré premieňajú všetku privedenú elektrickú energiu na teplo. Jedná sa buď o radiátory s ohrievanou náplňou, spravidla olejovou, alebo konvektory s vykurovacím odporom. Spodnou časťou prichádza do konštrukcie studený vzduch a hornou časťou odchádza ohriaty vzduch. Umiestňujú sa vždy pod okno. Ich výhodou je, že sú

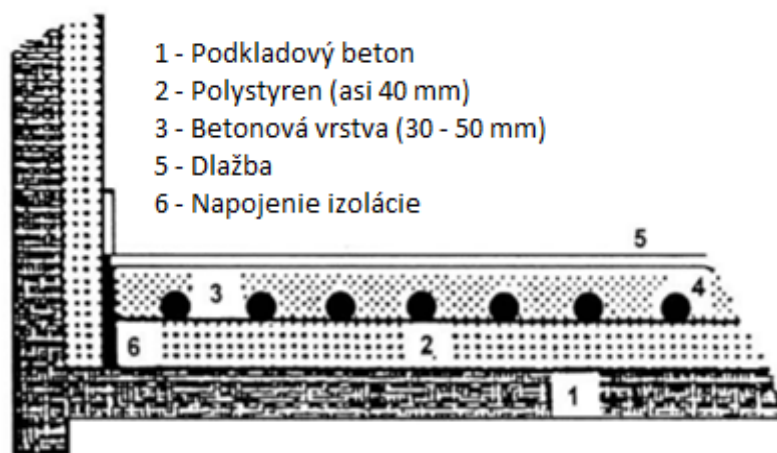
jednoducho ovládateľné , prenosné a zabezpečujú rýchly ohrev. Maximálne využitie elektrickej energie. Účinnosť tohto vykurovania je rovná jednej. [1]



Obrázok 1.5: 5 Cirkulácia vzduchu v miestnosti [1]

Podlahové vykurovanie vykurovacími káblami

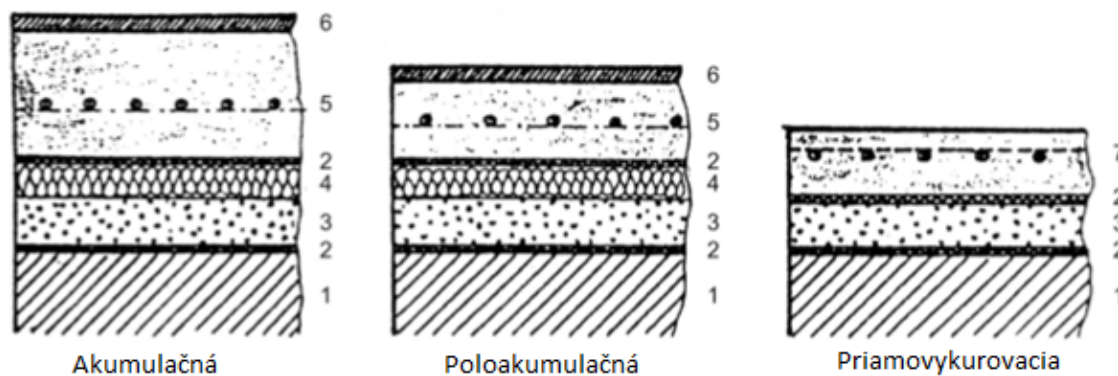
Jedná sa o klasický spôsob konštrukcie podlahového vykurovania. Vykurovacie káble sú uložené do betónových mazanín a tepelných izolácií. Sú obľúbené predovšetkým pre vysokú účinnosť, rovnomerné rozloženie tepla po celej ploche, výborné využitie vykurovaného priestoru, pomerne ľahkú realizáciu a vytvorenie tepelnej pohody pri nižšej teplote vzduchu ako napr. pri konvektoroch. Vykurovacie podlahy sa tepelne izolujú od podkladu aj od bočných stien, teplota povrchu je strážená elektronickým regulátorom [1]



Obrázok 1.6: 6 Podlahové vykurovanie vykurovacími káblami [1]

Optimálna miera podlahových vykurovacích sústav

Miera akumulácie podlahových vykurovacích sústav závisí hlavne od hrúbky betónovej vrstvy, v ktorej sú meandre vykurovacích káblov uložené, ďalej na spodnej tepelnej izolácii podlahy a tiež na tepelnom odpore podlahové krytiny, tzv. nášľapnej vrstvy. [1]



Obrázok 1.7: 7 Konštrukčná skladba vykurovaných podláh [1]

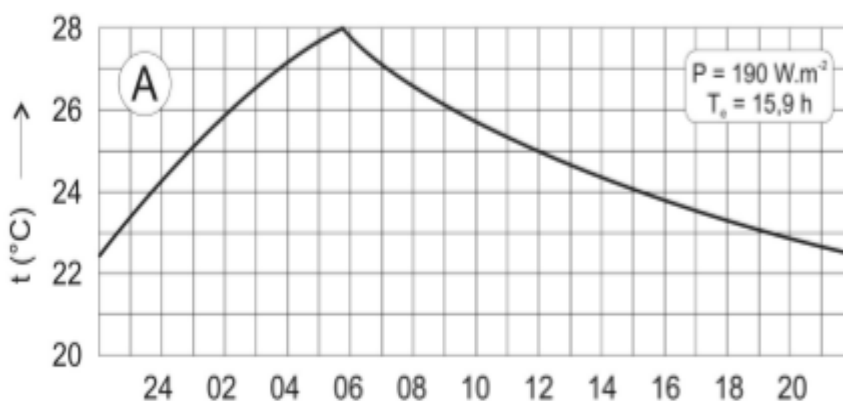
Konštrukčná skladba vykurovaných podláh s rôznym režimom a mierou akumulácie

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1- základová betónová doska | 5- akumulčná doska s vykurovacími káblami |
| 2- proti vlhkostná izolácia | 6- nášľapná vrstva |
| 3,4- spodná teplotná izolácia | 7- priamo vykurovacia rohož s káblami |

Denný prevádzkový režim všetkých vyššie uvedených podlahových sústav

a) akumulčná sústava

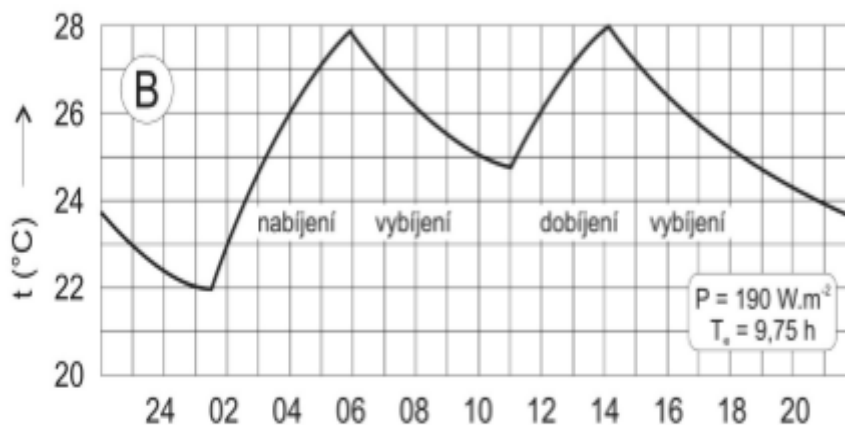
Pre dodávateľa je schopná vyrovnať denný diagram zaťaženia ,zapnutý od 20 h do 6h rána. Čo sa týka z hľadiska užívateľa je tento systém nevýhodný, ale najlacnejší, ráno teplo a opačne. Vyžaduje dvojsadzbový elektromer.



Obrázok 1.8: 8 denný prevádzkový režim pre akumulčnú sústavu [1]

b) polo akumulčná sústava s denným dobíjaním

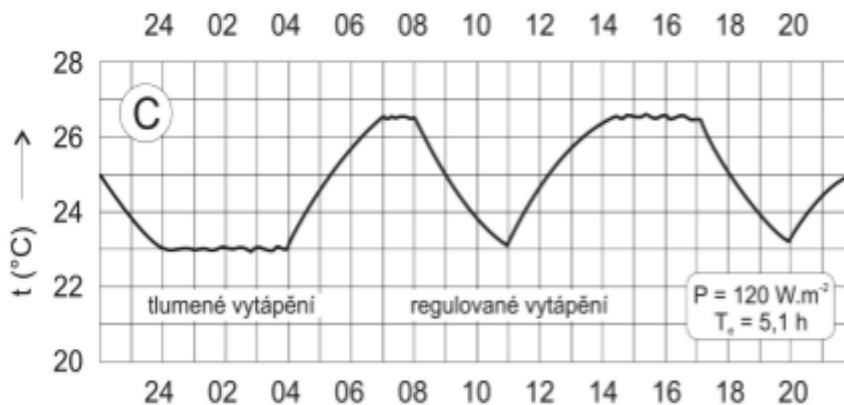
Tento systém vykurovania môže byť výhodný za určitých podmienok. Dodávateľ je schopný prísun tepla vypnúť. Režim je riadený HDO (hromadné diaľkové ovládanie). Z energetického hľadiska je výhodný, je schopný nás prerušiť 2 krát za deň v elektrickej dodávke [1]



Obrázok 1.9: 9 denný prevádzkový režim pre polo akumulčnú sústavu [1]

c) priamo vykurovací systém

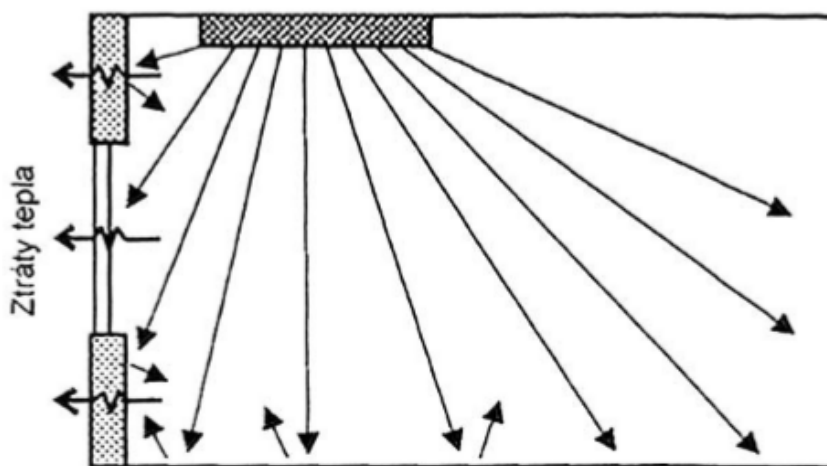
Pre dodávateľa menej výhodné, z hľadiska užívateľa je tento spôsob najvýhodnejší. Pracuje v dvoch režimoch, od 4 do 7 hodín a od 11 do 14 hodiny. Udržiavame teplotu na 26°C. Nie je potrebný veľký istič. Postačuje jednosadzbový elektromer. [1]



Obrázok 1.10: 10 denný prevádzkový režim pre priamo vykurovaciu sústavu [1]

1.1.3 Sálavé elektrické vykurovanie

U sálavého vykurovania dochádza k prenosu tepla hlavne žiarením. Sálavé ohrievače môžu byť infračervené žiariče, ktorých vykurovacie teleso má povrchovú teplotu vyššiu ako 250°C a sálanie je usmernené reflektorom v stanovenom smere. Vlnové dĺžky pre človeka sú v rozmedzí 7,5 až 10 μm . Pohltivosť ľudského tela je 99 %. Nízko teplotné sálavé vykurovanie sa zabezpečuje sálaním vopred predhriatých plôch na 25°C až 40°C. [1]



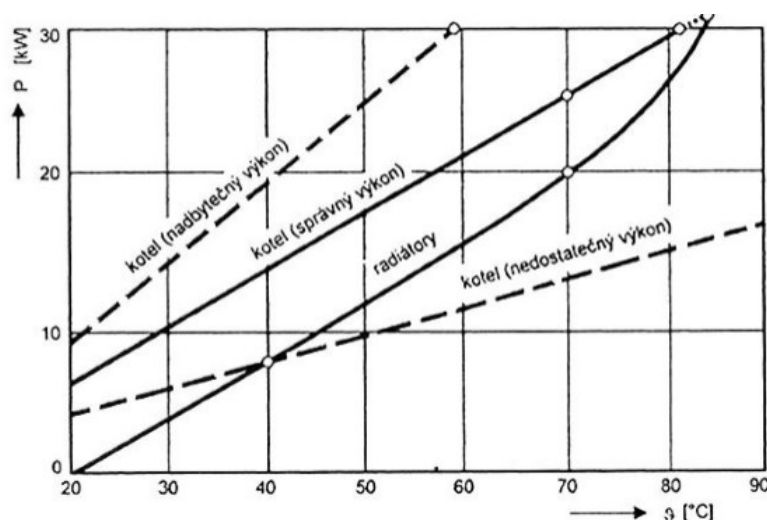
Obrázok 1.11: 11 Sálavé elektrické vykurovanie [1]

1.1.4 Elektródové kotly

Elektródový kotol pracuje na princípe priameho prechodu elektrického prúdu vodou, molekuly vody sa pôsobeniu elektrického prúdu rozloží a po zmene polarity následne zlúči, tým vzniká teplo priamo vo vykurovacom médiu. Výhodou elektródových kotlov proti klasickým kotlom s elektrickou odporovou špirálou je účinnosť, ktorá je vyššia ako 99%. Pretože sa pri práci kotla nevytvárajú žiadne usadeniny, táto účinnosť sa nemení po celú dobu životnosti kotla. Taktiež nárast teploty v systémoch s elektródovým kotlom je oveľa rýchlejší ako v klasickom špirálovom systéme. Elektrická energia sa na teplo premieňa priamo v ohrievanej vode. Používa sa mnoho rôznych konštrukcií elektródových kotlov. Konštruuje sa nielen pre napätie 230 a 400 V, ale aj pre napätie vysoké, až do 35 kV. Elektródy môžu byť doskové alebo tyčové, pevné aj prestaviteľné rúrkové [2]

Možnosť tzv. auto regulácie ohrievacieho a vykurovacieho režimu

Výkon kotla pre vykurovanie menších a stredných sústav možné výhodne nastaviť a regulovať obyčajnou úpravou vodivosti vody. Pri správnom nastavení sa výkon kotla prispôbuje vonkajším podmienkam. Využitá je celá plocha elektród, v kotle je vývin tepla veľmi rovnomerný. Výkon kotla rastie s teplotou, pretože s teplotou narastá aj elektrická vodivosť vody. Z toho vyplýva, že kotol pracuje pri miernom počasí s výkonom napr. tretinovým oproti dňom s veľkými mrazmi, kedy je v radiátoroch oveľa teplejšia voda. Elektródové zariadenia majú vždy pri zapnutí menší prúd, ako je ich prúd ustálený. [2]



Obrázok 1.12: 12 Auto regulácia ohrievacieho a vykurovacieho režimu [2]

1.1.5 Hybridné vykurovanie

Zmiešané elektrické vykurovanie je zložené z akumulácie a priamo výhrevnej časti. Akumulačné vykurovanie odoberá elektrinu najviac 8 hodín denne v nočnej dobe stanovenej dodávateľom elektriny. Priamo výhrevné vykurovanie pracuje pri nižších vonkajších teplotách v dennej mimo špičkové dobe (napr. od 11 do 17 hodín). Výhodou zmiešaného vykurovania je, že umožňuje pripojiť viac elektrických vykurovacích zariadení k doterajšej rozvodnej sieti. Dôležité je aj zmenšenie rozmerov zariadenia, a tým aj zníženie obstarávacích nákladov. [1]

Návrh elektrického hybridného ohrievača sa vykonáva zvlášť pre akumuláciu a zvlášť pre priamo vykurovaciu časť.

$$P_h = 0,6 * P_a \text{ [kW]} \quad (1.1)$$

P_h - príkon hybridného ohrievača (kW)

P_a - príkon akumuláčného ohrievača vypočítaný podľa vzťahu pre akumuláčného ohrievača a pre napájaciu dobu $T_n = 8$ hodín (kW)

Priamo výhrevná časť hybridného ohrievača sa stanoví podľa vzťahu :

$$P_{ph} = 0,4 * P_a \text{ [kW]} \quad (1.2)$$

Príkon priamo výhrevnej časti musí vykrývať aspoň 90% tepelnej straty miestnosti. Ústredné akumuláčné zdroje tepla pre zmiešané vykurovanie sú dimenzované na 60% príkonu čisto akumuláčného ústredného vykurovania s osem hodinovou nabíjacou dobou. Príkon priamo výhrevnej časti hybridného systému musí byť najmenej o 10% vyšší ako je tepelná strata miestnosti.[1]

1.2 Kotel na tuhé paliva

Pri správnej voľbe typu kotla je veľmi dôležité, aby nám zdroj tepla čo najlepšie výkonovo kopíroval okamžitú potrebu tepla. Najčastejšie používané kotly na tuhé palivá pracujú väčšinou s výkonom okolo 20 – 25 kW, preto sa používajú v spojení s akumuláciou tepla. [3]

Druhy kotlov pre vykurovanie pevnými palivami:

Kotel s horným spaľovaním

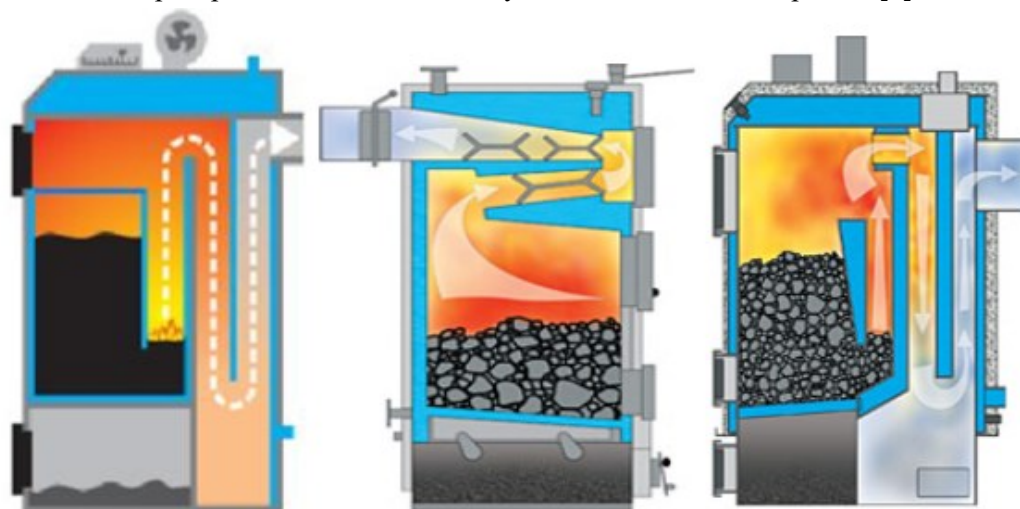
U tohto typu kotla sa vzduch privádza zo spodnej časti a palivo je spaľované na rošte ktorý je umiestnený v dolnej časti spaľovacej komory. Plamene stúpajú smerom nahor a ďalej prechádzajú cez celý objem paliva. Pri tomto type kotla sa oblasť žiarenia šíri smerom hore a po danej dobe žiarenie obsiahne celý objem paliva. Používa sa pre vykurovanie drevom, uhlím, koksom a všetkými tuhými palivami. [3]

Kotel s dolným spaľovaním

Tento typ kotla nám palivo spaľuje na rošte uloženom v dolnej časti spaľovacej komory. Privádzaný vzduch prúdi pod roštom. Plamene sú vedené smerom hore bočnými kanálmi výmenníka kotla a neprechádzajú celým objemom paliva. Žiar je vymedzený len na dolnú časť. Nové palivo sa postupne zosúva na miesto spáleného paliva. Tieto kotly sú používané hlavne pre spaľovanie uhlia triedy orech alebo hrášok. [3]

Kotel s horno-dolným spaľovaním

Tento kotel má v komore spaľovania priehradu ktorá je súčasťou výmenníka. Spaľovanie zahŕňa iba dolnú časť objemu. Plamene nám neprechádzajú cez palivo, ale sa vznášajú smerom nahor a vychádzajú ďalej cez bočné kanály výmenníka. Vypaľovaním paliva nám obťažnosť klesá a plamene intenzívnejšie prechádzajú cez zvyšné palivo. Žiar pokryje celý objem paliva a kotel je v režime horného spaľovania. Po doplnení nového paliva pokračuje návrat k dolnému spaľovaniu. Slúžia pre spaľovanie dreva, uhlia, vykurovacie zmesi i tuhé paliva. [3]



Obrázok 1.13: 13 Kotel spôsob spaľovania (horné, dolné, horno-dolné spaľovanie) [3]

Druhy palív

Na trhu sú najčastejšími surovinami pre vykurovanie rodinných domov :

- Ekologický hrášok
- Biomasa (pelety)
- Palivové drevo, brikety
- Uhlie

Všetky uvedené suroviny majú svoje výhody ale aj nevýhody. Tieto suroviny sa líšia cenou a výhrevnosťou. Nemali by sme však zabúdať, že cena často tiež závisí od kvality suroviny, ktorá je určená na vykurovanie daného objektu.

Ekologický hrášok

Veľmi populárnou surovinou v súčasnej dobe je spomínaný ekologický hrášok. Ekologický hrášok je tuhé palivo, ktoré je vyrobené z čierneho alebo hnedého uhlia a má tvar malých granúl. Veľkosť týchto granúl ekologického hrášku sa pohybuje v rozmedzí 5 až 25 milimetrov. Táto surovina vyžaduje použitie moderných pecí s takzvaným dávkovačom paliva. Vďaka svojej vysokej výhrevnej teplote je ekologický hrášok aj mimoriadne efektívny. Dopyt po tejto surovine je mimoriadne vysoký. Stále čo raz viac ľudí sa rozhodlo prejsť či už pri novostavbe alebo výmene vykurovacieho zariadenia na ekologický hrášok. A to z toho dôvodu, že ekologický hrášok je jedna z najziskovejších investícií, pokiaľ ide o vykurovanie domu. Cena pre čierny eko hrášok je okolo 250 eur za paletu (1 tona) a za eko hrášok hnedý sa cena pohybuje okolo 180 eur za paletu. [4]

Tabuľka: 1 *Vlastnosti eko hrášku [4]*

	Zrnitosť (mm)	Výhrevnosť (MJ/kg)	Obsah popola %	Obsah síry(%)
Ekohrášok čierny	5 – 25	29	8%	0,70
Ekohrášok hnedý	10 – 25	17,6	9,8%	0,77

Najväčšie výhody tejto suroviny

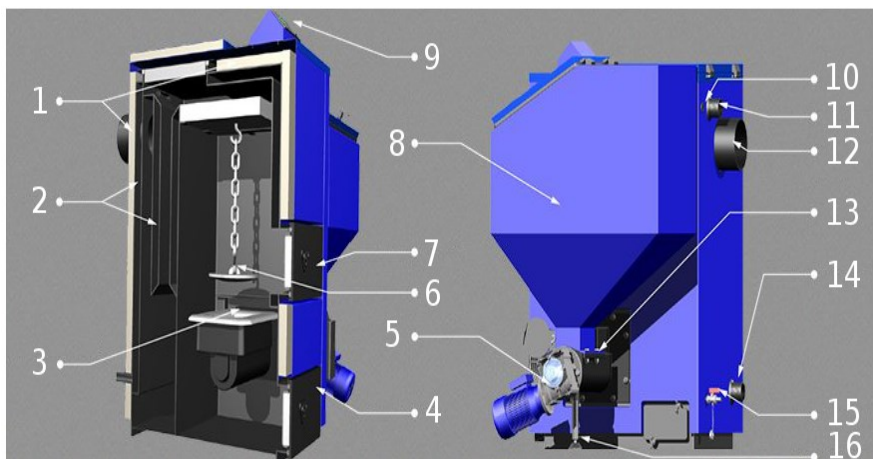
Jednou s najväčších výhod eko hrášku je jeho obsah kalórií. Má nízky obsah vody, síry a nehorľavých látok. Po spálení sa vypúšťa do atmosféry len zanedbateľné množstvo škodlivých látok ako napríklad oxid uhličitý, ďalej rôznych dioxínov, alebo prachu. Ľudia väčšinou hľadajú také suroviny, ktoré horia dlho a taktiež zároveň poskytujú nášmu domovu veľa tepla. Preto je veľmi dôležité si zvoliť práve takúto surovinu, pretože vykurovanie veľkého domu nie je ľahké a časté pridávanie paliva do pece je taktiež veľmi časovo náročné. Ďalšou výhodou je aj balenie eko hrášku, ktorý je uskladnený vo vreciach napríklad o hmotnosti 25 kg čo ma za následok jednoduchšiu a čistejšiu manipuláciu. [4]

U tohto spôsobu vykurovania sa granule ekologického hrášku môžu nasýpať do špeciálneho podávača, z ktorého sa ďalej automaticky dávkujú. Takýto automatický napájací systém nielen že je pohodlný, ale aj úsporný pre majiteľov, pretože pridávanie ekologického hrášku do kotla stačí iba raz za pár dní. Je to lacné a veľmi ekologické riešenie. A práve z týchto dôvodov si čoraz viac ľudí vyberá ekologický hrášok ako modernú formu vykurovania, ktorá taktiež znižuje riziko vystavenia členov domácnosti vyššie spomínaným škodlivým látkam. Taktiež je ale potrebné raz za pár dní vymiesť nahromadený popol a vyčistiť kotol. [4]

Nevýhody

- pred dodaním čaká eko hrášok na balenie pod otvorenou oblohou, čo môže znížiť jeho výhrevnosť
- zvýšené tvorenie uhoľného prachu pri vykurovaní, častejšie čistenie kotla
- pri horení sa v komíne tvoria takzvané (spekance) čo má za následok nečistoty
- vyššie zaťaženie životného prostredia ako je to napríklad pri drevených peletách

Popis kotla na eko hrášok



Obrázok 1.14: 14 Popis kotlá na eko hrášok [5]

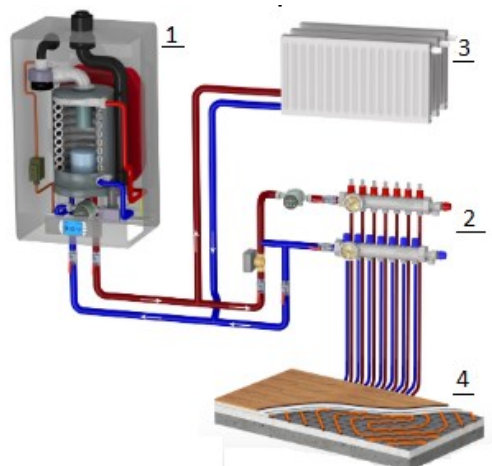
- | | |
|----------------------|--------------------------------|
| 1- Izolácia | 9 - Ovládač (mikroprocesor) |
| 2- Vodná kapsa | 10 - Snímač teploty vody |
| 3- Retortový horák | 11 - Prívod vody |
| 4- Popolníkové dvere | 12 - Spaliny výfukových plynov |
| 5- Prevodový motor | 13 - Napájacia jednotka |
| 6- Deflektor | 14 - Odtok vody |
| 7- Prístupové dvere | 15 - Dažďový ventil |
| 8- Zásobník | 16 - Oporné nohy |

1.3 Plynové kúrenie

Pomerne častým zástupcom vykurovania je samozrejme aj plynové kúrenie. Oproti elektriny ide o lacnejší spôsob kúrenia. Je ale potrebné brať do úvahy fakt, že tento spôsob vykurovania nie je určený pre každú domácnosť. Rozhoduje tu totižto fakt, či je daná lokalita vybavená plynovou prípojkou. Ide teda o viac využívaný spôsob vykurovania vo väčších mestách ako na dedinách. [6]

Zloženie plynového kúrenia

- 1- plynový kotol
- 2- rozdeľovač pre okruhy podlahového vykurovania
- 3 - podlahové vykurovanie
- 4 - radiátorové vykurovanie



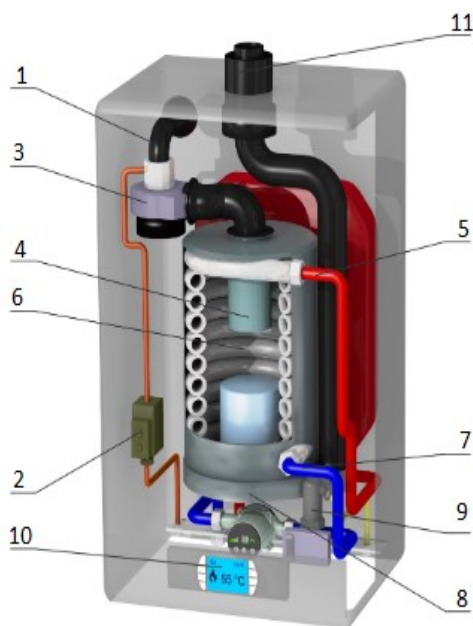
Obrázok 1.15: 15 Znáznornenie plynového kúrenia [7]

Plynový kotol

Je to druh kotla, v ktorom prebieha proces spaľovania plynných palív čo má za následok vývin tepla. Toto teplo ďalej ohrieva vodu alebo nemrznúcu kvapalinu. V kotloch sa vykuruje propánom , zemným plynom, alebo propán-butánom. Plynové kotly sú výborné, čo sa týka vysokej účinnosti. Majú veľmi dobrú regulovateľnosť vo veľkom rozsahu a môžeme ich pripojiť k viacerým druhov elektrických sústav, ako je napríklad podlahové vykurovanie alebo radiátory. Taktiež slúžia k úspornému ohrevu vody. Vykurovanie plynovým kotlom patrí k ekologickému a efektívnemu spôsobu vykurovania. Reguláciu a prevádzku kotla zabezpečuje moderná elektronická riadiaca jednotka. [8]

Zloženie plynového kotla

- 1 - vstup spaľovacieho vzduchu
- 2 - plynová prípojka s regulačnou armatúrou
- 3 - ventilátor
- 4 - plynový horák
- 5 - výstup vykurovacej vody (prívod kotla)
- 6 - výmenník tepla v spaľovacej komore
- 7- vstup vykurovacej vody (spiatočka kotla)
- 8 - zberač kondenzátu
- 9 - odvod kondenzátu
- 10 - radiacia jednotka
- 11 - odvod spalín



Obrázok 1.16: 16 Zloženie plynového kotla 9]

Náklady na chod

Podľa odborníkov je odhad ročných nákladov pre štvorčlennú domácnosť v rodinnom dome, ktorý ma vykurovanú plochu okolo 150m² cca 40,5 GJ/rok tepla, čo máme 11250 kWh/rok a na prípravu teplej vody 12,5 GJ 3500 kWh/rok. Pri bežnom kotle na zemný plyn by boli ročné náklady okolo 1040 Euro.

Výhody plynového kúrenia

Pri porovnaní s inými vykurovacími systémami patria plynové kotly k jedným najlacnejším zdrojov tepla. Majitelia objektov môžu využiť nízke náklady na spotrebu a vysokú prevádzkovú spoľahlivosť. Veľkou výhodou je aj fakt že ceny plynu sa pohybujú na relatívnej nízkej úrovni. Ďalšou výhodou je výborná regulovateľnosť výkonu zdroja a čistý a plne automatický chod. V prípade kondenzačnej technológie výborná účinnosť.[6]

1.4 Solárna energia pre vykurovanie

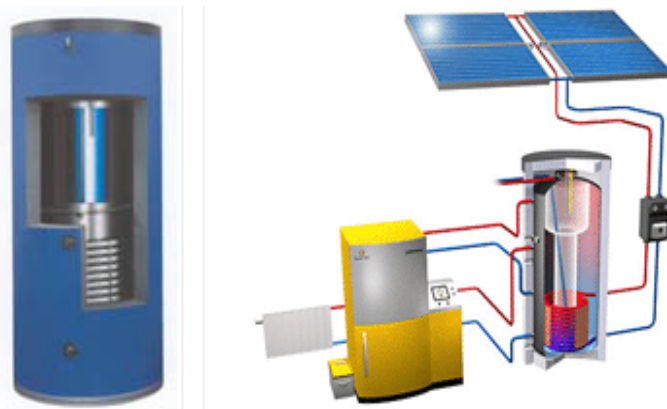
Solárny vykurovací systém patrí v súčasnosti medzi najlepšie riešenia energetických ale aj environmentálnych problémov. V tomto systéme je zdrojom solárna energia. Jedným zo spôsobov využitia solárnej energie je solárne vykurovanie, ktoré pokrýva približne 25 až 30% celoročnej spotreby tepla. Toto vykurovanie namiesto elektrickej energie prevádza solárnu energiu na využiteľné teplo. Aby bola zabezpečená stabilná prevádzka solárnych systémov, sú potrebné systémy akumulácie tepla. Existujú tu pasívne a aktívne solárne ohrievače. Pasívne systémy pracujú ako skleníky. Kolektory zhromažďia energiu a výsledné teplo sa zachytáva

a cirkuluje. U aktívnych solárnych ohrievačov priestoru sú použité na cirkuláciu tepla pumpy a iné mechanizmy. [10]

Solárny tepelný systém je schopný dodať podľa ročného priemeru približne 60% energie na potrebu teplej vody. Základným predpokladom aby bolo dosiahnuté potrebných úspor je južná orientácia strechy pre inštaláciu dostačujúceho počtu solárnych kolektorov, a ich sklon cca 45° a nízкотеплотný systém vykurovania ku ktorému bude pripojený systém.

Solárny systém s akumulácnou nádržou

Hlavnou výhodou je samotná akumulácia schopnosť a tým hospodárnejšieho a komfortnejšieho využitia akumulovaného tepla, ľahké spojenie viacerých zdrojov v jeden úsporný celok a taktiež lepšiu účinnosť a využitie väčšiny teplovodných zdrojov. Návrh systému a veľkosť akumuláčnej nádrže závisí od energetickej potreby domu, veľkosti inštalovanej kolektorovej plochy, dispozičných možnostiach rodinného domu, spôsobu zapojenia, typu a výkonu doplnkových zdrojov tepla. [10]



Obrázok 1.17: 17 solárny systém s akumulácnou nádržou [5]

Solárny systém s tepelným výmenníkom

V tomto prípade ide v podstate o dvoj okruhový priamo výhrevný systém. Zákazníci si potom volia predovšetkým prioritu ohrevu daného spotrebiča a mieru jeho vykurovania. Štandardné nastavenie regulácie je potom priorita číslo jedna – teplá úžitková voda a to celoročne na teplotu cca 50-60 ° C, prioritou číslo dva - v zime výmenník pre prikurovanie v lete lineárne výmenník pre ohrev bazénu. Solárna kvapalina ktorá takto odovzdala svoje teplo, prechádza cez hnacie nábehové vetvy solárneho okruhu späť do kolektorov k ďalšiemu ohrevu. Celý cyklus sa tak opakuje. Solárne panely dodávajú prednostne teplo do zásobníka teplej úžitkovej vody a potom na výmenník s aktuálnou prioritou. Takto navrhnutý solárny systém nazývame nútený trojokruhový. Výhodou je možno o niečo nižšia cena než pri systéme s akumulácnou nádržou a menšie nároky na priestor technológie. [10]



Obrázok 1.18: 18 Solárny systém s tepelným výmenníkom [10]

Výhody solárneho ohrevu

Hlavnou výhodou je akumulačná schopnosť, hospodárne a komfortne využitie akumulovaného tepla. V porovnaní s fosílnymi palivami je solárna energia v neobmedzenom rozsahu, je uhlíkovo neutrálna a bezplatná. Obrovská úspora nákladov až o 60% menej energie na ohrev vody a o 35% menej energie na vykurovanie. Moderné systémy fungujú efektívne aj v zime. [10]

Nevýhody

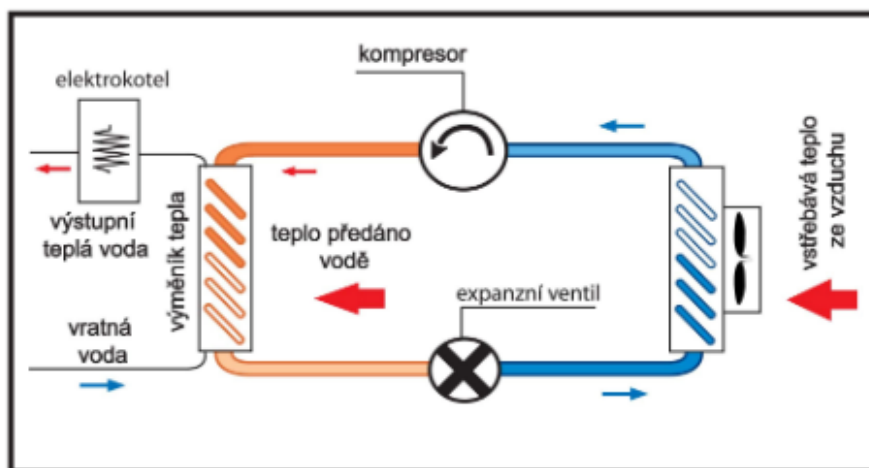
Na obrázku môžeme vidieť, že nevýhodou trubicových kolektorov je menšia mechanická odolnosť oproti plochým kolektorom. Na trubicových kolektoroch sa dlhšie drží sneh čo môže spôsobiť prasknutie samotných rúr. [11]



Obrázok 1.19: 19 Nevýhody trubicového kolektora [13]

2 Tepelné čerpadlá

Tepelné čerpadlo pracuje na rovnakom princípe ako chladnička. Ta odoberá teplo potravinám, chladí a v zadnej časti chladničky hreje. Rovnako pracuje tepelné čerpadlo, ale obrátene a s oveľa väčším výkonom. Teplo môže odoberať zemi, vzduchu alebo vode. Za pomoci radiátorov alebo podlahového vykurovania vykuruje. [1]



Obrázok 2.1: 20 Princíp funkcie tepelného čerpadla [1]

2.1 Princíp funkcie tepelného čerpadla

Nízko potenciálna energia sa predá chladivu, ktoré sa vyparí vo výparníku a plyn je následne nasatý kompresorom, ktorý musí byť napájaný na sieť. Kompresor tento plyn stlačí a tým sa zvýši teplota na približne 80°C. Teplo sa v kondenzátore predá do vykurovanej vody a plyn zmení skupenstvo na kvapalinu. Potom táto kvapalina prechádza cez expanzný ventil, kde sa prudko ochladí späť do výparníku. Cyklus sa potom stále opakuje. Kompresor slúži k transformácii teploty teplotnosného média pri prenose tepla. U tepelného čerpadla sa udáva výkonové číslo, ktoré je jeden z hlavných ukazovateľov efektívnosti prevádzky tepelného čerpadla. [1]

Výkonové číslo určíme zo vzťahu :

$$\varepsilon = \frac{P_p}{P_d} \quad (2.1)$$

Kde :

ε je výkonové číslo (-)

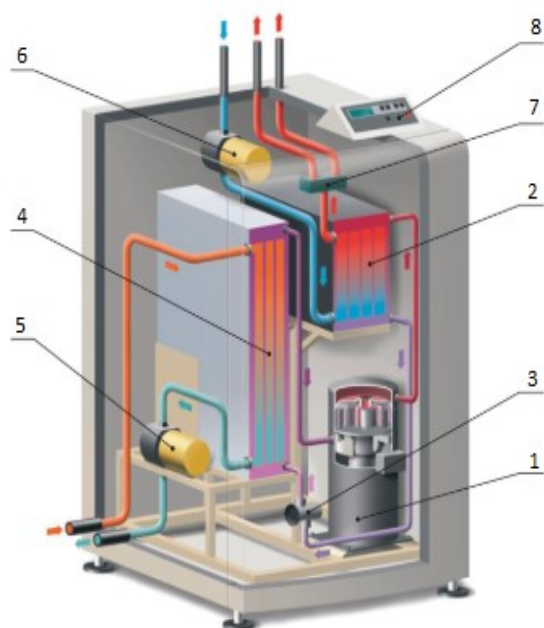
P_p je výkon predaný do vykurovaného systému (W)

P_d je dodaný elektrický výkon (W)

Toto výkonové číslo musí byť väčšie ako 1, pohybuje sa v rozmedzí 1-6. Záleží na vlastnej účinnosti kompresoru s jeho motorom, tak tiež na teplotnosnom médiu ale hlavne na rozdieli teplôt vo výparníku a kondenzátore. S rastúcim rozdielom týchto teplôt klesá. [1]

Zloženie tepelného čerpadla

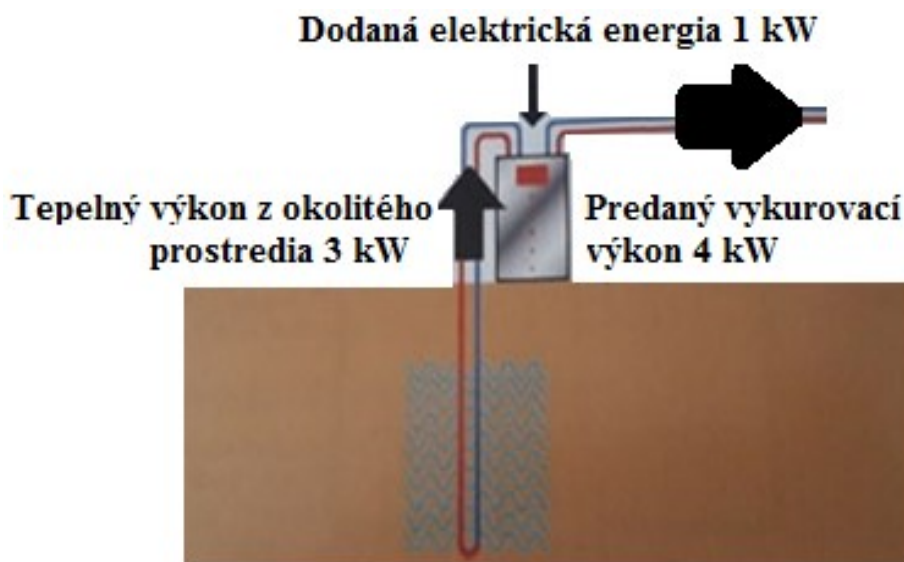
- 1- Kompresor
- 2- Kondenzátor
- 3- Expanzný ventil
- 4- Výparník
- 5- Čerpadlo kolektorového okruhu
- 6- Čerpadlo vykurovacieho okruhu
- 7- Prepínací ventil (vykurovanie/ TV)
- 8- Ovládací panel



Obrázok 2.2: 21 Popis tepelného čerpadla [12]

2.2 Princíp vykurovacieho faktoru tepelného čerpadla

Tepelne čerpadlo ochladzuje okolie výparníku, práve preto musí byť umožnený prístup nového tepla. Najlepšou možnosťou je umiestniť výparník k tečúcej vode. Rozmerovo vyjde výparník pre tečúcu vodu malý. Výparník umiestnený v zemi vyjde približne s rovnakou plochou, ako je plocha vykurovaných miestností. Pre výparník, ktorý je umiestnený vo vzduchu, je nutná ešte väčšia plocha. Z kondenzátoru tepelného čerpadla sa úžitkové teplo odoberá prevažne vodou, ktorá sa s teplotou 45°C až 50°C rozvádza do veľkoplošných radiátorov vo vykurovaných miestnostiach. [1]



Obrázok 2.3: 22 Princíp vykurovacieho faktoru tepelného čerpadla [1]

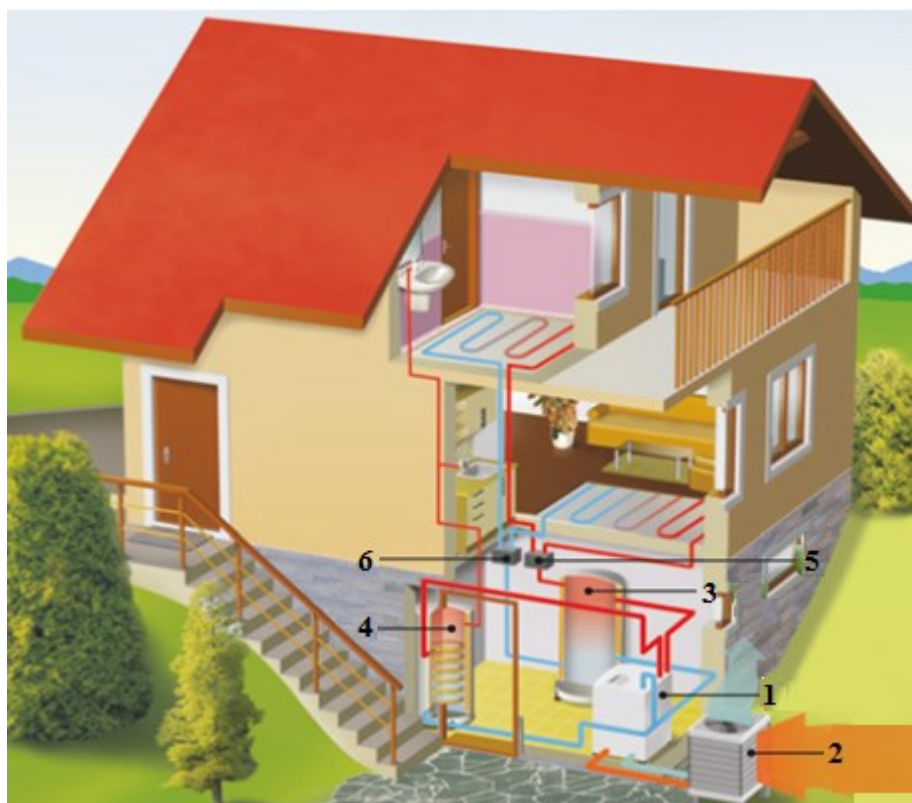
2.3 Druhy tepelných čerpadiel

Prvý názov nám hovorí o prirodzenom zdroji tepla a z druhého názvu sa dozvieme, čo je teplotonosné médium, ktoré predáva teplo do objektu.

2.3.1 Vzduch – voda

Výhodou tepelného čerpadla vzduch-voda je, že nevyžaduje nákladné zemné práce, takže sú finančne menej náročné. Nevýhodou je silná závislosť na teplote okolitého vzduchu v priebehu celého roku. Pri zvýšení teploty vzduchu, rastie aj výkon čerpadla. Pri poklese teploty vonkajšieho vzduchu bude výkon čerpadla klesať. Je teda za potreby inštalácia výhradne v tzv. bivalentnom režime, kedy pri extrémne nízkych teplotách sa zaistí potrebná tepelná energia z náhradného zdroja. [1]

Princíp zapojenia:



Obrázok 2.4: 23 Tepelné čerpadlo Vzduch – voda [12]

- 1- tepelné čerpadlo
- 2- oddelený vzduchový výparník
- 3- zásobník tepla na vykurovanie
- 4- zásobník teplej vody s výmenníkom tepla
- 5- rozdeľovač podlahového vykurovania s obehovým čerpadlom a reguláciou
- 6- zberač podlahového vykurovania

2.3.2 Vzduch – vzduch

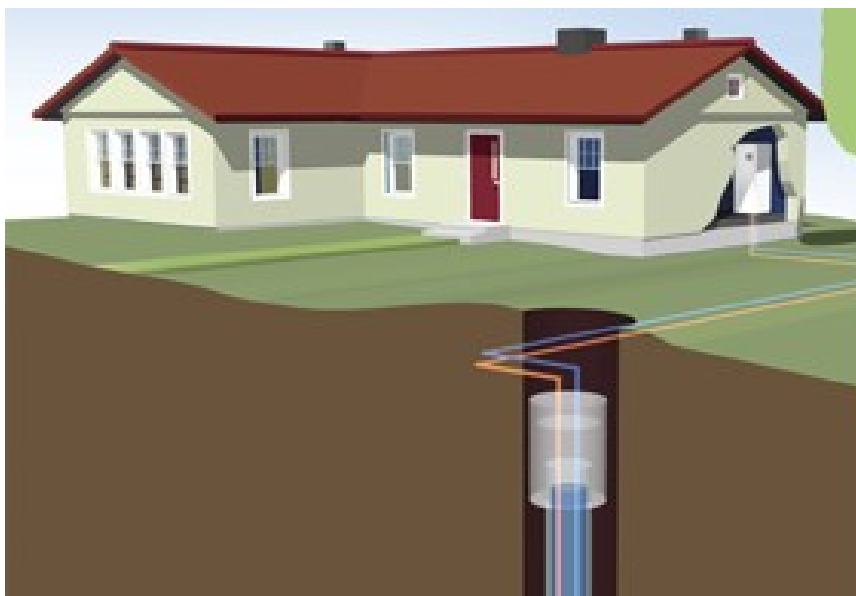
Teplovzdušné vykurovanie je výhodným spôsobom vykurovania všade tam, kde okrem kúrenia potrebujeme zaistiť aj kvalitnú obmenu vzduchu v objekte. Preto je veľmi výhodné spojiť technológiu teplovzdušného vykurovania s tepelným čerpadlom vzduch-vzduch, ktoré prispeje k úsporám za prevádzky vykurovacieho systému. Vzduch je médium, ktoré odoberá teplo z vonkajšieho okolia a následne je tepelný výkon predaný vnútornému vzduchu objektu. Môžeme sa s ním stretnúť u malých objektov ako sú napríklad chaty. [1]

2.3.3 Zem – voda

U tohto druhu tepelných čerpadiel sa tepelná energia získava zo zemskej pôdy a vykurovacím jednotkám je dodávaná prostredníctvom vody cirkulujúcou v sekundárnom okruhu. Tento typ tepelného čerpadla patrí k najstabilnejším tepelným čerpadlám a pri správnom návrhu dokážu zaistiť dostatočné množstvo tepelnej energie po celý rok. Nevýhodou tohto typu tepelného čerpadla sú hlavne zemné práce čo znamená navýšenie nákladov. Tento typ tepelného čerpadla môže byť v prevedení s geotermálnym vrtom alebo plošným kolektorom. [1]

Geotermálny vrt:

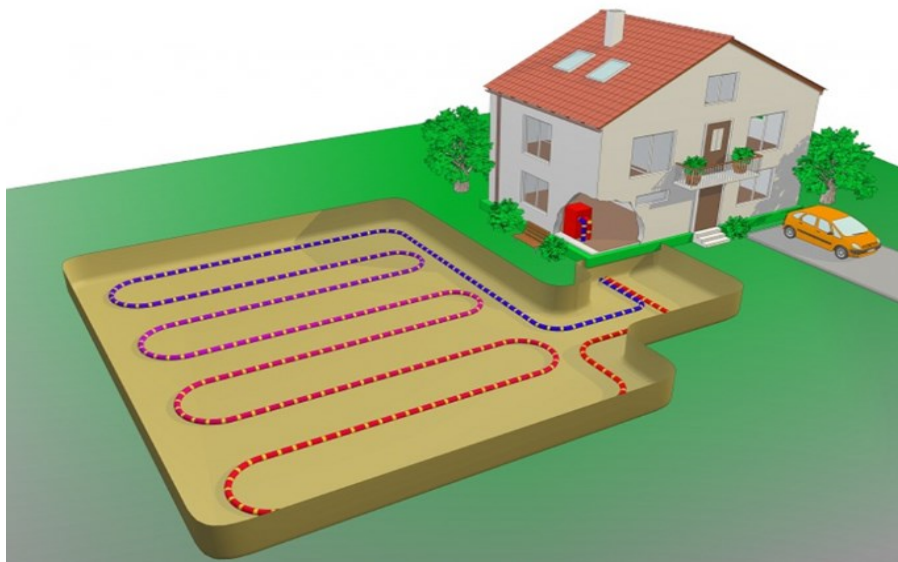
Tepelné čerpadlá využívajú nízko potenciálnu energiu uloženú v zemi. S rastúcou hĺbkou rastie aj teplota horniny. Maximálna hĺbka vrtu sa pohybuje do 150 metrov. Ak vrt nie je schopný zabezpečiť požadovanú energiu, tak sa uskutoční viac vrtov. Minimálna hĺbka vrtu sa pohybuje od 50 metrov. Výhodou je, že nie je potrebná veľká plocha. Na 1 kW výkonnú tepelného čerpadla odpovedá hĺbke 12 až 18 metrov. Pre 10kW tepelné čerpadlo odpovedá hĺbke 140 metrov. [1]



Obrázok 2.5: 24 Tepelné čerpadlo Zem-voda, geotermálny vrt [13]

Plošný kolektor :

Využíva naakumulovanú slnečnú energiu, ktorá je uložená pod zemským povrchom. Nevýhodou sú pomerne náročné výkopové práce pre uloženie primárneho okruhu, ale na druhej strane finančne vyjdú lacnejšie ako geotermálny vrt. Tento vykurovací systém má menší vykurovací faktor v porovnaní s geotermálnym vrtom. Ďalšou nevýhodou je, že plocha domu musí byť rovnako veľká ako plocha kolektoru 1:1. [1]



Obrázok 2.6: 25 Tepelné čerpadlo Zem-voda ,plošný kolektor [14]

2.3.4 Voda – voda

U tohto typu tepelného čerpadla sa v priemere dosahuje najvyšších hodnôt vykurovacieho faktoru, ale možnosť inštalácie je obmedzená nedostatkom lokalít s výskytom potrebných vôd. Podľa miesta výskytu týchto vôd sa tepelné čerpadlá rozdeľujú na povrchové a podzemné. [1]

Podzemné:

Voda je najteplejším prírodným zdrojom tepla, ktorý má stabilnú teplotu okolo 10°C po celý rok. Sú potrebné dve studne, ide o studne vykurovacie a vsakovacie. U vykurovacej studne je dôležité si overiť výdatnosť spodnej vody, ktorá by pre rodinný dom mala byť minimálne 0,5 l.s⁻¹. U vsakovacej studne musí byť schopná rovnaké množstvo vody prijať. [1]

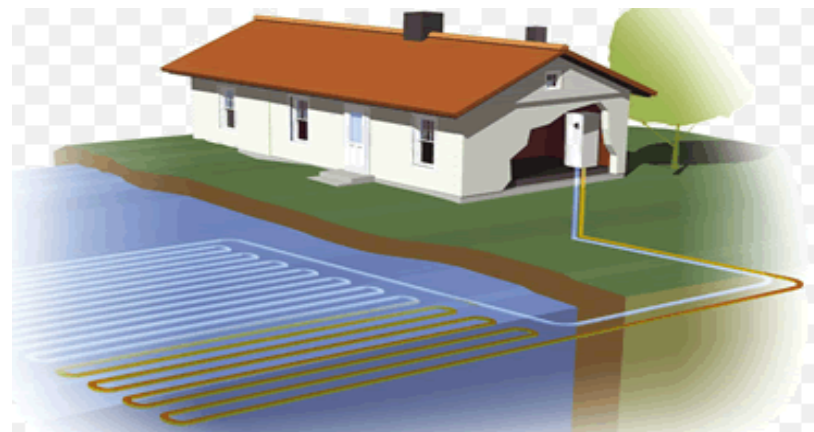


Obrázok 2.7: 26 Tepelné čerpadlo Voda-voda, podzemný systém [12]

- 1- tepelné čerpadlo
- 2- odberová studňa s ponorným čerpadlom
- 3- zásobník tepla na vykurovanie
- 4- zásobník teplej vody s výmenníkom tepla
- 5- rozdeľovač podlahového vykurovania s obehovým čerpadlom a reguláciou
- 6- zberač podlahového vykurovania
- 7- vsakovacia studňa

Povrchové:

Povrchovú vodu môžeme chápať rieky, rybníky a iné vodné plochy. Tento spôsob tepelného čerpadla sa vyskytuje len vzácnne. Povrchové vody sú závislé na kolísaní teploty vzduchu. [1]



Obrázok 2.8: 27 Tepelné čerpadlo Voda-voda ,povrchový systém[15]

2.3.5 Energetické pilóty

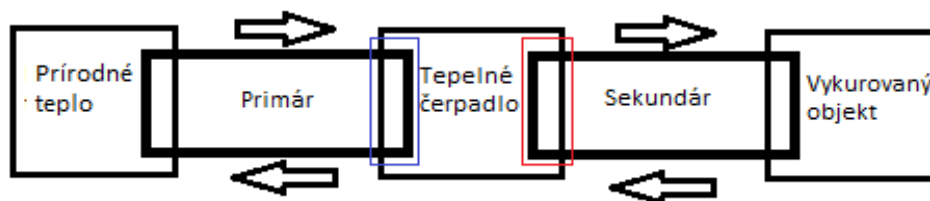
Typ tepelného čerpadla, ktoré čerpá nízko potenciálnu energiu zo stavebnej konštrukcie respektíve základov budovy. Využívajú sa prevažne u stavieb, u ktorých sa požadujú hlboké základy. Je to možné použiť iba u novostavieb. Používa sa kombinácia hĺbkových vrtov. [1]

2.4. Chody tepelných čerpadiel

Správny energetický chod má vplyv nielen na fungovanie celého systému, ale aj na celkové obstarávacie a prevádzkové náklady. Podľa percentného pokrytia tepelných strát objektu výkonom tepelného čerpadla a typu náhradného zdroja sa rozoznávajú tri prevádzkové stavy tepelných čerpadiel.

2.4.1 Monovalentný chod

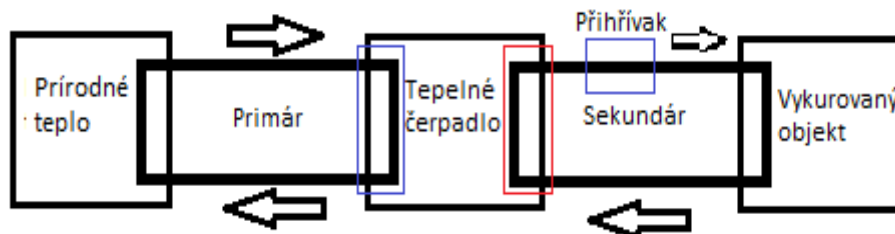
U tohto chodu tepelné čerpadlo pokrýva potrebné teplo objektu aj v najnepriaznivejších obdobiach. Najlepšie pre čerpadlá Zem-voda alebo Voda-voda. Jedna sa o 100% pokrytie tepelných strát za predpokladu dokonalej izolácie. Prírodné teplo sa prečerpáva za pomoci princípu tepelného čerpadla do vykurovaného objektu bez doplnkového zdroja tepla [1]



Obrázok 2.9: 28 Bloková schéma monovalentného chodu [1]

2.4.2 Mono energetický chod

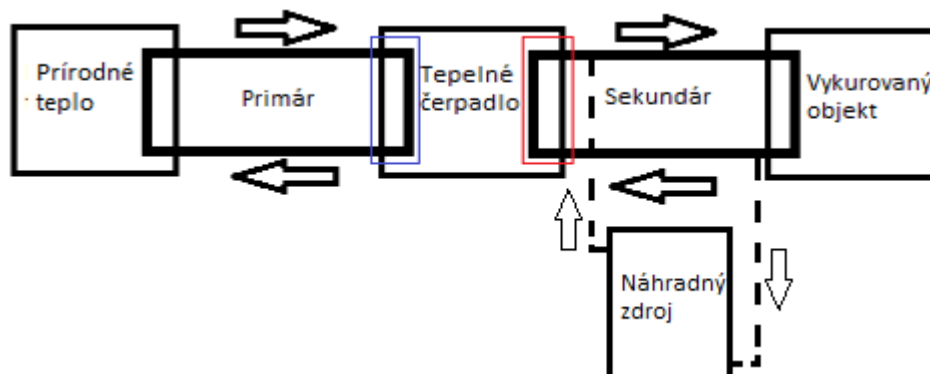
U tohto chodu sa do sekundárneho okruhu pripája malý záložný elektrický zdroj tzv. prihřívák, ktorý má za úlohu pokryť odberové špičky potrebného tepelného výkonu v najchladnejších dňoch v roku. Monoenergetický chod má najlepší pomer medzi investičnými a prevádzkovými nákladmi zo všetkých chodov tepelných čerpadiel. Na rozdiel od monovalentného chodu je tu navyše štvrtý blok (přihřívák) na sekundárnom okruhu. Prírodné teplo sa prečerpáva za pomoci princípu tepelného čerpadla do vykurovaného objektu, pričom sa ako dokurovanie uplatňuje i pomocný zdroj tepla (přihřívák). [1]



Obrázok 2.10: 29 Bloková schéma mono energetického chodu [1]

2.4.3 Bivalentný chod

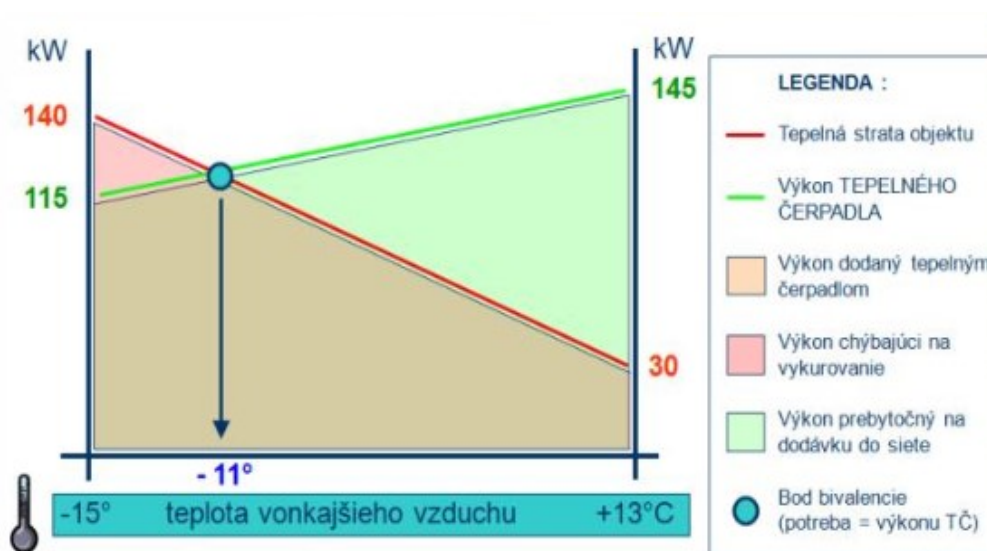
Tento chod je podobný ako monoenergetický chod. Tepelné čerpadla sa taktiež dimenzujú so zníženým výkonom a výkonové špičky pokrývajú iné tepelné zdroje. Rozdiel je len v tom že systém kombinuje dva nezávislé zdroje tepla. Pri poklese vonkajšej teploty pod bivalentnú teplotu sa tepelné čerpadlo vyradí z prevádzky a celkovú tepelnú záťaž objektu pokrýva náhradný zdroj, ktorý tepelnú energiu nezískava z elektrickej energie. Príkladom môže byť kotol na fosílna paliva. Výhodou je možnosť zálohovania tepelného čerpadla v prípade poruchy alebo výpadku elektrickej energie. [1]



Obrázok 2.11: 30 Bloková schéma bivalentného chodu [1]

2.5 Stanovenie bodu bivalence

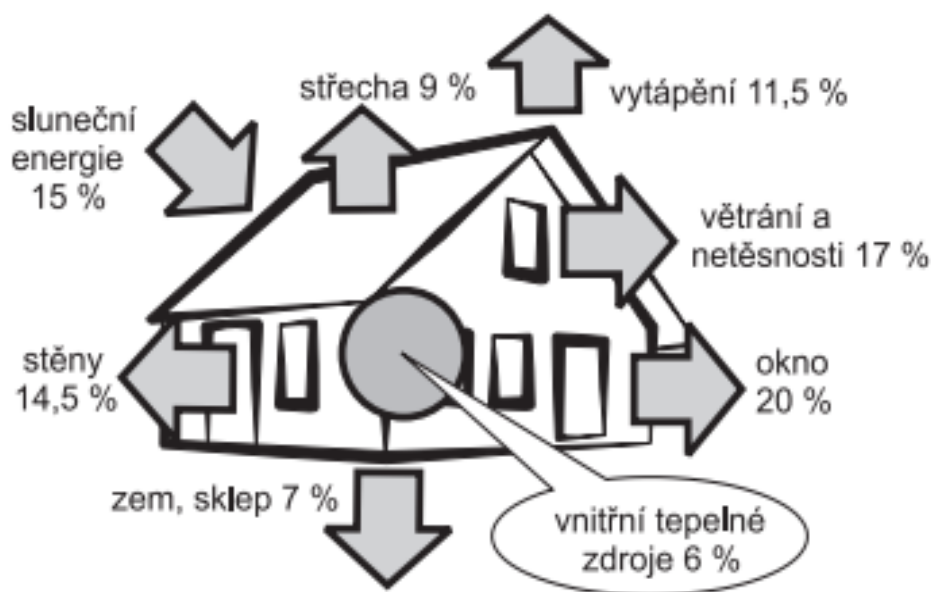
Tento bod nám udáva teplotné rozhranie, do ktorého je ekonomický alebo technický možné prevádzkovať tepelné čerpadlo. Bod bivalence je priesečník tepelnej straty objektu s priamkou výkonu tepelného čerpadla



Obrázok 2.12: 31 Bod bivalence [16]

3 Výpočet tepelnej straty rodinného domu a výber optimálneho vykurovacieho systému

Pri potrebe vykonať kompletný návrh vykurovacej sústavy, ktorá je tvorená kotlom, rozvodami, vykurovacími telesami, akumulacné expanznou nádobou, armatúrami a obehovými čerpadlami, budeme potrebovať podrobný výpočet tepelného výkonu domu. Presný výpočet tepelných strát (tepelného výkonu) budove sa vykonávajú podľa STN EN 12 831 Tepelné sústavy v budovách - výpočet tepelného výkonu. Tepelné straty sa počítajú pre každú miestnosť zvlášť. Súčet jednotlivých strát udáva celkovú tepelnú stratu objektu. Z výsledku výpočtu viete, akú stratu má ktorákoľvek miestnosť a na základe týchto dát je projektant schopný určiť veľkosť vykurovacieho telesa. Výpočet je možné vykonať ručne, prípadne pomocou tabuľkového procesora, výpočet je však zdĺhavý a vyžaduje isté znalosti a prax. [17]



Obrázok 3.1: 32 Energetická bilancia rodinného domu [17]

Aby sme správne určili stratu obvodovými konštrukciami domu, potrebujeme poznať pre každú miestnosť veľkosť plochy konštrukcií vedúcich do vonkajšieho prostredia, do nevykurovaného priestoru, do zeminy alebo do priestoru s odlišnou teplotou. K tomu je potrebné poznať tepelno-technické vlastnosti obvodových konštrukcií. [17]

Celková tepelná strata objektu

Pre získanie celkovej tepelnej straty objektu stačí sčítať tepelnú stratu prestupom a tepelnú stratu vetraním a odpočítať tepelný zisk zo slnka. [1]

$$Q_C = Q_P + Q_V - Q_Z \quad [W] \quad (3.1)$$

Tepelná strata prestupom stenami z tepelnej straty pripočítaním prirážok

$$Q_P = Q_0 * (1 + p_1 + p_2 + p_3) \quad [W] \quad (3.2)$$

Q_0 - základná tepelná strata prestupom tepla

p_1 - prirážka za vyrovnanie vplyvom chladných konštrukcií

p_2 - prirážka za urýchlenie kúrenia

p_3 - prirážka za svetovú stranu

Základná tepelná strata

$$Q_0 = K_1 * S_1 * (t_1 + t_{e1}) + K_2 * S_2 * (t_1 + t_{e2}) + \dots K_n * S_n * (t_1 + t_{en}) = \sum_{j=1}^n K_j * S_j * (t_i + t_{ej}) \quad [W] \quad (3.3)$$

S_j - plocha ochladzovanej steny (m^2)

k_j - súčiniteľ prestupu tepla ($W.m^{-2}.K^{-1}$)

t_i - vypočítaná vnútorná teplota $^{\circ}C$

t_{ei} -teplota vo vonkajšej strane tej steny $^{\circ}C$

Výpočet tepelnej straty vetraním

Tepelná strata vetraním je závislá na výške objemového toku vzduchu, čiže na množstve vzduchu v m^3 / h , ktoré prúdia medzi interiérom a exteriérom. [1]

$$Q_V = C_V * V_V * (t_1 - t_e) \quad [W] \quad (3.4)$$

C_V - objemová tepelná kapacita vzduchu pri teplote $0^{\circ}C$

C_V - $1300J.m^{-3}.K^{-1}$

V_V - objemový tok vetraného vzduchu($m^3.s^{-1}$)

3.1 Výpočet tepelných strát program TECHCON

Pre výpočet tepelného výkonu vychádzame z projektovej dokumentácie, z ktorej následne vypíšeme všetky miestnosti a skladby obvodových konštrukcií. V určených klimatologických tabuľkách pre náš objekt stanovíme vonkajšie podmienky podľa lokality, v ktorej sa nachádza stavba. Celková tepelná strata domu je tvorená stratou priestupom obalovými konštrukciami a stratou vetraním. My sa budeme zaoberať programom od firmy TECHCON, ktorý nám poslúži na výpočet tepelných strát v rodinnom dome. [18]

Program TECHCON

Program patrí k moderným grafickým výpočtovým softwarom, ktorý je určený na návrh a spracovanie projektov ústredného vykurovania pre operačné systémy Windows. Program rieši výpočet tepelných strát budov čím sa budeme zaoberať práve my. Poskytuje možnosť spracovania projektovej dokumentácie v 2D a 3D priestore. Ďalšou súčasťou programu je dimenzovanie vykurovacích sústav, výpočet podlahového vykurovania, návrh a dimenzovanie stenového vykurovania/chladenia. Všetky tieto moduly medzi sebou spolupracujú pomocou univerzálneho modulu s názvom špecifikácia. Tak tiež rieši záverečnú špecifikáciu prvkov spolu s celkovou cenovou kalkuláciou. Program nám umožní načítať projekt vo formátoch DWG a DXF. Nakoľko je DXF univerzálny formát pre CAD, môže projektant do programu načítať projekt z ľubovoľného iného CAD systému. Výsledný projekt môžeme následne exportovať do súboru DXF, výpočty a špecifikáciu do súborov. Vo výslednej špecifikácii program napočíta počty navrhnutých prvkov priamo z projektu. [18]

Postup výpočtu tepelných strát

Ako prvý krok sme nahrali do programu techcon pôdorys prízemí a prvého poschodia. Bolo ešte potrebné si zadefinovať výšku stropu od zeme, pre prízemie aj prvé poschodie. Potom sme si do programu zadali štruktúry jednotlivých stien ako môžeme vidieť na obrázku 3.2. Ďalej sme si podľa dokumentácie zvolili parametre a typ okien, vnútorných a vonkajších dverí. Tak tiež sme si zvolili materiál a hrúbku pre podlahy a stropy. Nakoniec sme zvolili materiál pre strechu. Po navrhnutí týchto parametrov sme už mohli v samotnom programe vytvárať miestnosti a celkový tvar budovy, ktorý je znázornený na obrázku 3.3. Po celkovom vykreslení nám program vypočítal tepelné straty pre jednotlivé miestnosti viz. tabuľka č.2.

3 Výpočet tepelnej straty rodinného domu a výber optimálneho vykurovacieho systému

Popis
 Stavba: Rodinný dom
 Miesto: Korňa
 Projektant: Tomáš Hurík
 Dátum: 16.12.2019

Tepelné straty
 Zadanie
 Lokalita: Čadca
 Vonkajšia výpočtová teplota (θ_a): -15 °C
 Priemerná vonkajšia teplota vo vyk.obd. ($\theta_{m,a}$): 3.4 °C
 Počet výmen vzduchu pre celú budovu (n_{50}): 0 1/h Zvoliť
 Súčiniteľ ochrany budovy proti vetru (e): 0 [-] Zvoliť
 Zjednodušená metóda výpočtu tepelných mostov ☒
 Počítať susedný byt ako nevykurovaný ☒

Miestnosti

Číslo	Názov
1.1	Garáž
1.3	Detická izba
1.2	Prívrnica
1.4	Kotolňa
1.5	Kúpeľňa
1.6	Prádelňa
1.7	Kuchňa
1.8	Spalňa
1.9	Chodba

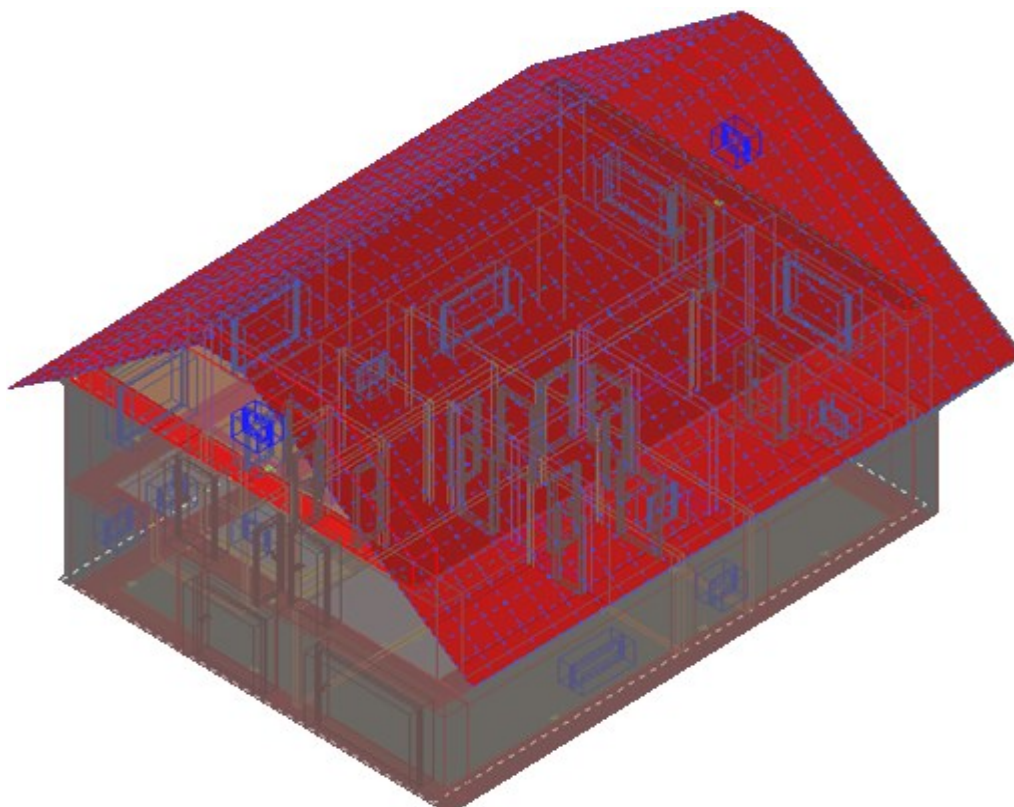
Nová
 Editovať
 Zmazať
 Kopírovať

Steny Okená Dvere Podlahy Stropy Strecha

Č.	Konštrukcia	U [W/m²K]	e _s [-]	T _{sk} [°C]	ΔU _{tb} [W/m²K]	Hrúbka [m]	Farba	Poznámka:
1	OBVODOVÁ STENA	0.448	1	EXT	0/0	0.55		Porobeton 500 mm +
2	PRIEČKA HR-10	1.015	1	20.0	1/0	0.12		YPOR 100 mm / YTON
3	PRIEČKA HR-15	0.73	1	20.0	1/0	0.17		YPOR 150 mm / YTON

Výška budovy: 0 m Pridať riadok Zmazať riadok Skladba konštrukcie
 Šírka budovy: 0 m Kopírovať riadok Zoznam konštrukcií
 Dĺžka budovy: 0 m
 Objem budovy: 0 m³

Obrázok 3.2: 34 Zloženie konštrukčných častí v programe Techcon



Obrázok 3.3: 33 3D animácia rodinného domu

3.2 Zhrnutie výsledkov

V porovnaní s bežnými tabuľkovými programami na výpočet tepelných strát budov TECHCON výrazne zjednodušuje a urýchľuje prácu. Výpočet tepelných strát je možné vykonať v norme **STN 060210** alebo v **STN EN 12831**. [18]

Tabuľka 2: *Tepelné straty v miestnostiach*

č.m.	Účel miestnosti	$\theta_{int,i}$	A_i	V_i	$V_{min,i}$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{HL,i}$
		[°C]	[m²]	[m³]	[m³/h]	[W]	[W]	[W]
1.1	Garáž	5	17,71	40,99	20,5	139	-399	-260
1.2	Pivnica	7,0	3,17	7,33	3,7	27	-156	-129
1.3	Izba	20,0	13,63	31,63	15,7	187	696	883
1.4	Kotolňa	7	11	25,45	12,7	95	-303	-208
1.5	Sprcha	24,0	3,85	8,87	4,4	59	282	341
1.6	Práčovňa	20,0	5,01	11,54	5,8	69	465	534
1.7	Predsieň	15	1,73	4,01	2	20	34	54
1.8	Šatňa	20,0	2,23	5,12	2,6	30	172	202
1.9	Chodba 1	20	16,91	38,90	19,4	231	384	615
1.10	Chodba 2	15	4,03	9,33	4,7	48	-112	-64
2.1	Spálňa	20,0	16,63	34,34	17,2	204	1272	1476
2.2	Kúpeľňa	24,0	5,31	13,38	6,7	89	467	556
2.3	Izba	20,0	13,67	34,44	17,2	205	1003	1208
2.4	Chodba3	20,0	4,36	10,99	5,5	65	93	158
2.5	Obývačka	20,0	15,95	40,20	20,1	239	1334	1208
2.6	Jedáleň	20,0	15,36	38,70	19,3	230	963	1193
2.7	Kuchyňa	20,0	10,9	27,47	13,7	163	1100	1263
2.8	Špajza	15,0	5,04	12,7	6,4	65	155	220
3.1	Podkrovie	-9,1	88	95,57	22,8	46	-46	0
Spolu:	-	-	247	-	-	2142	7265	9407

$\Phi_{V,i}$ – tepelné straty spôsobené vetraním vykurovaného priestoru

$\Phi_{T,i}$ – tepelné straty prestupom tepla do vykurovaného priestoru

$\Phi_{HL,i}$ – celkové tepelné straty

Tabuľka 3: Tepelné straty cez konštrukcie

Tepelné straty cez konštrukcie	
Steny celkom :	2441 W
Podlahy :	-533 W
Stropy :	1015 W
Okná :	3132 W
Dvere :	1256 W
Strecha	-714 W
Tepelné mosty	714 W
Celkové straty vetraním	2 096 W
Celkové tepelné straty:	9407 W

3.3 Výpočet ročnej spotreby tepla

Na tento výpočet je potrebné použiť dennostupňovú metódu. Metóda pracuje na princípe neustáleho merania teplotného rozdielu, medzi vnútornou teplotou v danom objekte a referenčnou vonkajšou teplotou.

Tabuľka 4: Vstupné údaje

Opravný súčiniteľ korigujúci celoročne infiltrácie (prevetrávanie)	$\varepsilon = (0,65-0,85)$
Priemerná teplota vo vykurovanom objekte	$t_{is_pr} = (18-19) ^\circ\text{C}$
Priemerná teplota vzduchu vo vykurovacom období	$t_{es_pr} = (3,4) ^\circ\text{C}$
Počet vykurovacích dní v roku	249

Dennostupne určíme:

$$D = d * (t_{is_pr} - t_{es_pr}) = 249 * (19 - 3,4) = 3884,4 \text{ K} * \text{deň} \quad (3.5)$$

D – dennostupne [K*deň]

d – počet vykurovacích dní [deň]

t_{is_pr} – priemerná vnútorná teplota [$^\circ\text{C}$]

t_{es_pr} – priemerná vonkajšia teplota počas vykurovacieho obdobia [$^\circ\text{C}$]

Potrebný výkon pre vykurovanie:

$$Q_{vyk,r} = \frac{\varepsilon * Q_{tp} * D}{(t_{is} - t_e)} * 3,6 * 10^{-6} * 24 \quad (3.6)$$

Q_{vyk} – potrebné teplo na vykurovanie

ε – opravný súčiniteľ

Q_{tp} – celkové tepelné straty

$$Q_{vyk,r} = \frac{0,75 * 9407 * 3884,4}{19 - (-15)} * 3,6 * 10^{-6} * 24 = 69,64 \text{ gJ/rok} \quad (3.7)$$

$$Q_{vyk,r} = 19,35 \text{ MWh/rok}$$

Výpočet ročnej potreby tepla na ohrev TÚV:

$$Q_{tuv,r} = Q_{tuv,d} * d + 0,8 * Q_{tuv,d} * \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} * (N - d) \quad (3.8)$$

$Q_{tuv,r}$ – ročná potreba tepla pre TÚV [kWh/rok]

$Q_{tuv,d}$ – denná potreba tepla pre TÚV [kWh/deň]

d – počet vykurovacích dní [deň]

t_2 – teplota ohriatej vody [°C]

t_{svl} – teplota studenej vody v lete [°C]

t_{svz} – teplota studenej vody v zime [°C]

N – počet dní potreby TÚV [deň]

Dennú potrebu tepla pre TÚV určíme zo vzťahu

Táto potreba závisí od toho, koľko sa za deň spotrebuje vody na osobu a tak tiež závisí od teploty studenej a teplej vody.

$$Q_{tuv,d} = (1 + z) * \frac{p * c * V * (t_2 - t_1)}{3600} \quad (3.9)$$

z – koeficient energetických strát rozvodu [0,5 – 1]

p – hustota vody [kg/m³]

c – merná tepelná kapacita vody [J/kg*K]

V – celková potreba TÚV na deň [m³/deň]

t₂ – teplota ohriatej vody (55°C) [°C]

t₁ – teplota studenej vody (10°C) [°C]

$$Q_{tuv,d} = (1 + 1) * \frac{997 * c * V * (t_2 - t_1)}{3600} \quad (3.10)$$

$$Q_{tuv,d} = (1 + 1) * \frac{997 * 4186 * 0,125 * (55 - 10)}{3600} \quad (3.11)$$

$$Q_{tuv,d} = 13 \text{ kWh}$$

Následne:

$$Q_{tuv,r} = 13 * 249 + 0,8 * 13 * \frac{55 - 10}{55 - 7} * (350 - 249) \quad (3.12)$$

$$Q_{tuv,r} = 4,22 \text{ MWh/rok}$$

Celkovú spotrebu tepla potom určíme ako súčet tepla ktoré je potrebné na vykurovanie a tepla na ohrev TÚV.

$$Q_C = Q_{vyk,r} + Q_{tuv,r} = 19,35 + 4,22 = 23,57 \text{ MWh/rok} \quad (3.13)$$

$$Q_C = 84,85 \text{ GJ/rok}$$

3.4 Výber optimálnej varianty pre vykurovanie rodinného domu

Výber optimálnej varianty je pre každý vykurovaný objekt rozdielny. Ovpľyňujú ho tri skupiny požiadavok. Sú to stavebné požiadavky, ekonomické náklady a prevádzkové požiadavky. Hľadáme optimálnu variantu pre štvôr členný rodinný dom, ktorý sa nachádza na severe Slovenska v obci Korňa. Jedná sa o osemnásťročný dvojpodlažný dom s celkovou tepelnou stratou 9 407 wattov. Celková vykurovacia plocha je 120 m². Výpočet tepelných strát bol vykonaný v programe TECHCON FV PLAST, kde celkové výsledky tepelných strát sú uvedené v tabuľke číslo 5.



Obrázok 3.4: 35 Rodinný dom

3.4.1 Tepelné čerpadlá

V súčasnej dobe je na trhu veľmi rozsiahla ponuka tepelných čerpadiel. Je dôležité nájsť tu optimálnu variantu pre našu domácnosť. Základnými predpokladmi toho, aby nám tepelné čerpadlo prinieslo potrebný úžitok je kvalita čerpadla, odborná inštalácia a taktiež servis zariadenia. Tepelné čerpadlo nám dokáže ušetriť až 80% nákladov na vykurovanie domu a výrobu teplej úžitkovej vody. V našom prípade je výhodou už vybudované vykurovanie pomocou radiátorov a ako zdroj tepla sa používa kotol na pevné palivo. Tento systém môže byť použitý ako záložný zdroj, čo nám výrazne zníži investičné náklady.

CONVERT AW 16

Tepelné čerpadlá AC Heating Convert AW sú vhodné pre vykurovanie a ohrev teplej úžitkovej vody. Využitie nájdú u starších rodinných domov ale i novostavieb. Čerpadlo využíva regulačný systém xCC, ktorý umožňuje regulovať celú vykurovaciu sústavu, je variabilný a taktiež určuje nový trend, ktorý je zameraný na efektivitu a spoľahlivosť. Investícia do tepelného čerpadla u staršieho rodinného domu ma návratnosť okolo 7 až 9 rokov. [19]

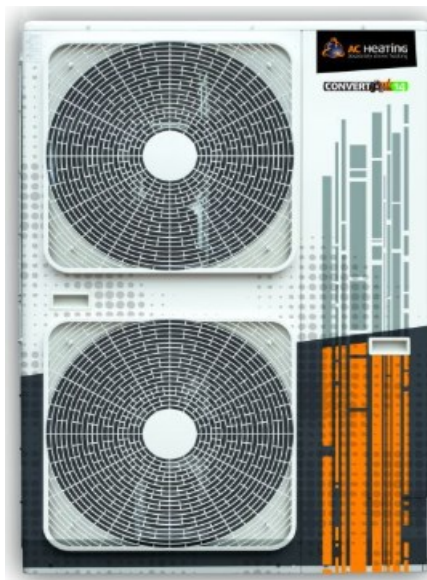
Vlastnosti:

- Výkon – 16 kW
- COP > 3,85 pri A2/W35
- Hladina akustického výkonu – 30/50 db(A)
- Maximálna teplota výstupu – 55 °C

Cena – 7 500€

Výhody:

- Nižšie prevádzkové náklady
- Lacnejšia a jednoduchšia vykurovacía sústava
- Vyšší vykurovací faktor
- Životnosť okolo 20 rokov



Obrázok 3.5: 36 Tepelné čerpadlo Convert [19]

NIBE F 2040 - 16

Je inteligentné a kompaktné inventarové riadené tepelné čerpadlo systému vzduch- voda. Nový rad vzduchových tepelných čerpadiel NIBE F2040 môžeme použiť pre vykurovanie v rodinných domoch aj v priemyselných objektoch, možno ju rozširovať širokým výberom príslušenstva a vnútorných modulov. Vďaka maximálnej variabilite môžete tepelné čerpadlá rady NIBE F2040 kombinovať so všetkými zdrojmi tepla a dosiahnuť optimálnu efektivitu pri vykurovaní a chladení. [20]

Vlastnosti:

- Výkon – 16 kW
- COP > 3,5 pri A2/W35
- Hladina akustického výkonu – 35/ 61db
- Maximálna teplota výstupu – 55 °C
- Ročná spotreba energie – 8430 kW/h
- Energetická trieda – A++

Cena – 7 650 €

Výhody:

- Kompresor s plynule riadeným výkonom
- Efektívna funkcia chladenia
- Vysoký vykurovací výkon až do – 20°C



Obrázok 3.6: 37 Tepelné čerpadlo Nibe [20]

Buderus Logatherm WPL 14 AR

Jedná sa o tepelné čerpadlo nemeckého výrobcu, ktoré je veľmi moderné, hospodárne a veľmi šetrné k životnému prostrediu. Technológia invertora plynule zabezpečuje ovládanie kompresora a prispôsobuje výkon teleného čerpadla, čo zaisťuje vysokú úroveň pohodlia. [21]

Vlastnosti

- Výkon – 14 kW
- COP > 4.0 pri A2/W35
- Hladina akustického výkonu – 53 (db)
- Maximálna teplota výstupu – 62 °C
- Maximálny prevádzkový tlak–3 bar

Cena – 8 600 €

Výhody

- Vysoké výkonové číslo
- Ovládanie kompresora invertorovou technológiou
- Ľahká a kompaktná nosná konštrukcia
- Nízka úroveň hluku



Obrázok 3.7: 38 Tepelné čerpadlo Logatherm [21]

Porovnanie a výber optimálnej varianty tepelného čerpadla

Porovnanie tepelného čerpadla Vzduch – voda od troch rôznych firiem pre náš vybraný rodinný dom s vykurovacou plochou 120 m² a tepelnou stratou 9 407 W. Výkon tepelných čerpadiel je do 20 kW.

Tabuľka 5: *Varianty čerpadiel*

Názov	Cena čerpadla €	Prevádzkové náklady za rok €	Ročná spotreba energie vykurovanie kW/h	Výkon pri A2/W35	Hladina akustického výkonu
CONVERT AW14	7 800	997	8600	3,85	50
NIBE F 2040	7 600	978	8430	3,5	61
Logatherm WPL 14 AR	8800	957	8250	4	53

Postup výpočtu

Ako prvú vec sme si zvolili váhy pre jednotlivé varianty tepelných čerpadiel. Najväčšiu hodnotu malo kritérium investičných nákladov a najmenší dôraz sme kládli na hodnotu akustického výkonu.

Tabuľka 6: *Váhy*

Názov	Hodnota váhy
Investičné náklady	0,3
Prevádzkové náklady	0,25
Ročná spotreba energie	0,2
Výkon pri A2/W35	0,15
Akustický tlak	0,1

Určili sme si ideálnu variantu, ktorá je označená písmenom H. Tu sme volili najvýhodnejšie možnosti jednotlivých čerpadiel, a do tabuľky sme za danú možnosť doplnili číslo 1. Taktiež sme zaviedli bazálnu variantu označená písmenom D. Táto varianta nám hodnotí najhoršie možnosti čerpadiel označené číslom 0. Potom si určíme priemer týchto dvoch variant (H-D).

3 Výpočet tepelnej straty rodinného domu a výber optimálneho vykurovacieho systému

Prázdne miesta v tabuľke sme dopočítali pomocou vzorca :

$$\frac{Pôvodná\ hodnota - D}{H - D} \quad (3.14)$$

Nakoniec sme si zaviedli kompromisnú variantu W , ktorá nám predstavuje jednotlivé výsledky, z ktorých vyberieme tú najlepšiu variantu. Vypočítali sme ju ako skalárny súčin prvého riadku a váhy + ostatných riadkov a váh.

Príklad výpočtu :

$$W = (0 * 0,3) + (1 * 0,25) + (1 * 0,20) + (1 * 0,15) + (0,88 * 0,1) = \mathbf{0,69} \quad (3.15)$$

Najlepšia varianta nám vyšla pre tepelné čerpadlo Boderus Logatherm WPL 14 AR . Toto tepelné čerpadlo ma najlepšie prevádzkové náklady za rok taktiež ma najlepšie výkonové číslo.

Tabuľka 7: Výsledné vyhodnotenie

Názov	Cena čerpadla	Prevádzkové náklady za rok	Ročná spotreba energie	Výkon pri A2/W35	Hladina akustického tlaku ve 2m	W
CONVERT AW14	0,83	0	0	1	1	0,5
NIBE F 2040	1	0,5	0,49	0	0	0,53
Logatherm WPL 14 AR	0	1	1	1	0,88	0,69
Váhy	0,3	0,25	0,20	0,15	0,1	
H	7 600	1175 €	8250 kW/h	4	50	
D	8 800	1215 €	8 600 kW/h	3,5	61	
(H-D)	1 200	40 €	350 kW/h	0,5	9	

3.4.2 Automatické kotly

Vyberáme automatické kotly na eko hrášok s menovitým výkonom do 20 kW. Kotel musí pokryť vykurovaciu plochu 120 m² s tepelnými stratami 9 407 W. Porovnávané sú kotly od troch rôznych výrobcov.

ENVIROMENTH EKO-7

Oceľový kotel EKO-7 je určený na spaľovanie ekologického hrášku o granulách 5-25 mm. Kotel je vybavený druhou spaľovacou komorou ktorá je určená na spaľovanie dreva a drevených brikiet. Výbavou kotla je elektronický regulátor, pomocou ktorého môžeme riadiť celý chod kotla. Regulátor nám ovláda čerpadlo na TUV, obehové čerpadlo a ventilátor. [22]

Vlastnosti

- Výkon -18 kW
- Účinnosť - 88%
- Výchrevná plocha – do 180 m²
- Cena – 2200 €

Výhody:

- Automatický chod pomocou elektronického regulátora
- Dlhá doba horenia v automatickom režime
- Dve spaľovacie komory
- Vrchná pre spaľovanie eko hrášku, spodná pre drevo a brikety



Obrázok 3.8: 39 Kotel Envirotherm Eko 7 [22]

Kotel GALMET Gladius KWP

Kotel je ekologický nástupca tradičných kotlov, ktorý bol navrhnutý pre efektívne spaľovanie eko hrášku. Kotel GALMET vyrába nielen teplo potrebné na vykurovanie domu, ale aj úžitkovej vody. Výhodou kotla je taktiež vysoká tepelná účinnosť. Je teda veľmi vhodný pre vykurovanie nových budov, ale taktiež aj pre modernizáciu existujúceho zariadenia. Automatický regulátor vydáva presne množstvo vzduchu a paliva na udržanie nastavených parametrov. Ďalšou výhodou kotla je že cez letné obdobie kotel môže pracovať v režime, ktorý vykuruje iba vodu, uloženú v zásobníku. [23]

Vlastnosti

- Výkon - 17 kW
- Účinnosť – 94,8 %
- Výchrevná plocha – do 180 m²
- **Cena – 2300 €**

Výhody

- Moderný regulátor eLider
- Vysoká životnosť
- Veľká palivová nádrž
- Prevádzkový komfort – on-line ovládanie



Obrázok 3.9: 40 Kotel Galmet [23]

Kotel Kolton MATIX

Kotel s automatickým podávačom paliva. Dosiahnutím vysokej teploty v liatinovom horáku je zabezpečený účinok bezdymového spaľovania a nízkej emisie. Pomocou riadiacej jednotky je kontrolovaná teplota vody v kotle a obsluhovaný podávač spoločne s ventilátorom a čerpadlom. Kotel ďalej obsahuje dodatočné liatinové roštové ohnisko, ktoré v prípade poruchy umožní spaľovanie dreva alebo iného paliva. [24]

Vlastnosti

- Výkon - 17 kW
- Účinnosť – 91 %
- Výchrevná plocha – do 190 m²
- Základné palivo – eko hrášok
- Doplnkové palivo – suché drevo, uhlie
- **Cena – 2400 €**

Výhody

- Riadiaca jednotka
- Dodatočné liatinové ohnisko
- Opláštenie z vystuženého plechu
- Veľká komora na popol



Obrázok 3.9: 41 Kotel Matix [24]

Porovnanie a výber optimálnej varianty kotla

Vychádzame z ročnej spotreby tepla ktorá nám vyšla 84,85 GJ/rok pri tepelných stratách objektu 9 407 W. Vypočítali sme si ročnú spotrebu paliva kde bolo potrebné zadať výhrevnosť paliva. V našom prípade sa jednalo o výhrevnosť ekologického hrášku, ktorá je cca 25 [MJ.kg⁻¹]. A taktiež bolo potrebné zadať aj účinnosť kotla.

Spotreba paliva za rok :

$$m_i = \frac{Q_{rok}}{H_i * n_i} \quad (3.16)$$

m_i [kg] – hmotnosť paliva za rok

Q_{rok} – ročná spotreba tepla (84,85 GJ/rok)

H_i [MJ* kg⁻¹] – výhrevnosť paliva

n_i – účinnosť kotla

Ročné náklady na palivo:

$$N_{pi} = m_i * C_{pi} \quad (3.17)$$

N_{pi} [eur] – náklady na palivo

C_{pi} [eur * kg⁻¹] – cena paliva za kilogram

Výpočet pre kotol Envirotherm EKO – 7

Spotreba paliva za rok :

$$m_i = \frac{Q_{rok}}{H_i * n_i} \quad m_i = \frac{84,85 * 10^9}{25 * 10^6 * 0,88} = 3856 \text{ kg} \quad (3.18)$$

Náklady na palivo:

$$N_{pi} = m_i * C_{pi} \quad N_{pi} = 3856 * 0,26 = 1003 \text{ eur} \quad (3.19)$$

Výpočet pre kotol GLADIUS KWP

Spotreba paliva za rok :

$$m_i = \frac{Q_{rok}}{H_i * n_i} \quad m_i = \frac{84,85 * 10^9}{25 * 10^6 * 0,948} = 3580 \text{ kg} \quad (3.20)$$

Náklady na palivo:

$$N_{pi} = m_i * C_{pi} \quad N_{pi} = 3580 * 0,26 = 931 \text{ eur} \quad (3.21)$$

Výpočet pre kotol KOLTON MATIX**Spotreba paliva za rok :**

$$m_i = \frac{Q_{rok}}{H_i * n_i} \quad m_i = \frac{84,85 * 10^9}{25 * 10^6 * 0,91} = 3730 \text{ kg} \quad (3.22)$$

Náklady na palivo:

$$N_{pi} = m_i * C_{pi} \quad N_{pi} = 3061 * 0,26 = 970 \text{ eur} \quad (3.23)$$

Tabuľka 8: *Výsledné vyhodnotenie*

Názov	Cena [€]	Prevádzkové náklady [€]	Účinnosť [%]	Ročná spotreba paliva [kg]
EKO - 7	2200	1003	88%	3856
GLADIUS KWP	2300	931	94,8%	3580
KOLTON MATIX	2400	970	91%	3730

Tabuľka 9: *Výber optimálneho kotla*

Názov	Cena [€]	Prevádzkové náklady [€]	Účinnosť [%]	Ročná spotreba paliva [kg]	W
EKO - 7	1	0	0	0	0,35
GLADIUS KWP	0,5	1	1	1	0,83
KOLTON MATIX	0	0,46	0,44	0,46	0,29
Váhy	0,35	0,3	0,25	0,1	
H	2200	931 €	94,8%	3580	
D	2400	1003 €	88%	3856	
(H-D)	200	72 €	6,8%	276	

Ako najlepšia varianta nám vyšiel kotol GLADIUS KWP. Hlavnou prednosťou tohto kotla je vysoká účinnosť dosahujúca takmer 95%.

3.4.3 Elektrické vykurovanie

Elektrické kúrenie je na mieste použitia 100% efektívne a uhlíkovo neutrálne a pri výrobe elektriny z jadrových a obnoviteľných zdrojov sa v budúcnosti stane úplne uhlíkovo neutrálnym. Inštalácia elektrického vykurovania je veľmi jednoduchá. Pretože každý radiátor je riadený nezávisle od systému, umožňuje oveľa lepšiu kontrolu teploty miestnosti a spotreby energie, ako je možné pri systéme založenom na kotly. [25]

Zostava Protherm Ray 18K

Jedná sa o zostavu na vykurovanie a ohrev teplej vody. Zostava je zložená s elektrickým kotlom, zásobníka teplej vody a izbového termostatu. Kotel je vybavený mikroprocesorovým riadením s možnosťou jednoduchého a prehľadného ovládania. Ovládací panel kotla, je schopný zobrazit' okamžité hodnoty ako napríklad teplotu alebo tlak vo vykurovacom systéme alebo aj výkon kotla.[26]

Vlastnosti

- Výkon kotla – 18 kW
- Zabudované čerpadlo s expanznou nádobou
- Maximálna prevádzková teplota vykurovacej vody– 85°C
- Menovitý prúd ističa – 32 A

Výhody

- Vysoká účinnosť kotla – 99,5%
- Inteligentný riadiaci systém
- Izbový termostat
- Diaľkové ovládanie kotla signálom HDO
- Možnosti pripojenia externého zásobníka teplej vody

Cena zostavy – 1300 €

Mesačné prevádzkové náklady – 180 €



Obrázok 3.10: 42 Elektrický kotel [27]

3.4.4 Výber optimálneho vykurovacieho systému

Na základe technicko ekonomického porovnania sme spomedzi troch vykurovacích systémov za optimálny návrh vykurovania vybrali automatický kotol na ekohrášok GALMET Gladius KWP. Rozhodovali sme sa medzi tepelným čerpadlom Vzduch-voda, kotlom na ekologický hrášok a vykurovaním elektrickou energiou. Hlavnú úlohu v rozhodovaní odohral aj dôležitý faktor, že zvolený objekt sa nachádza na severe Slovenska, a tepelné čerpadlo Vzduch-voda by počas zimných mesiacoch nemuselo zaručovať dostatočný vykurovací efekt. Pre vykurovanie elektrickou energiou vychádzali veľké ročné prevádzkové náklady.

Tabuľka 10: Výber optimálneho vykurovacieho systému

Názov	Investičné náklady	Prevádzkové náklady za rok	Lokalita objektu	Fyz. obsluha	Regulovateľnosť	W
Tep. Čerpadlo Logatherm	0	0,98	0	1	1	0,48
Kotol na eko hrášok	0,87	1	1	0	0,5	0,97
El. kúrenie	1	0	1	1	1	0,65
Váhy	0,2	0,35	0,3	0,10	0,05	
H	1300	931 €	1	1	1	
D	8 800	2160 €	0	0	0	
(H-D)	7500	1229 €	1	1	1	

4 Moderné metódy nízkoenergetických spôsobov vykurovania rezidenčných objektov

Za nízkoenergetický dom môžeme považovať dom, ktorý je navrhnutý tým spôsobom, že znižuje tepelné straty cez obvodový plášť, tepelné mosty, ale aj cez vetranie. Pri návrhu musíme zohľadniť pasívne tepelné zisky, geografická poloha, a taktiež aj svetové strany. Dôraz je smerovaný na kvalitu vnútornej klímy a vzduchu a využívajú sa aj zariadenia na výrobu energie z obnoviteľných zdrojov. Energia potrebná na tepelnú pohodu v nízkoenergetickom dome sa pohybuje medzi 15 až 50 kWh/m² za rok.[28]



Obrázok 4.1: 43 Nízko energetický dom [29]

Výhody nízkoenergetického domu :

Najväčšou výhodou nízkoenergetického domu v porovnaní s bežným domom je nižšia spotreba energie . Úspora pri takýchto domoch môže predstavovať až 80 % v porovnaní s bežnou výstavbou. S tým priamo súvisí aj oveľa nižšie opotrebovanie zvoleného vykurovacieho zariadenia – používa sa menej, amortizácia je nižšia, v dôsledku čoho klesajú aj náklady na jeho údržbu. Vďaka zníženej spotrebe energie sa prakticky stávajú úplne nezávislí na jej cene – zmeny v cenách akéhokoľvek druhu energie vo svojej peňaženke takmer vôbec nepocítite. Nezanedbateľný je aj prínos pre životné prostredie. Menej vykurovania znamená menej emisií. Únik tepla je minimálny a vykurovanie je efektívne. Rovnako ušetríte aj na priestore, kde by ste boli nútení skladovať potrebné vykurovacie palivo. Vďaka použitej tepelnej izolácii vám nízkoenergetický dom ponúka aj zvýšenú izoláciu pred hlukom z vonkajšieho prostredia. Tým sa však komfort obyvateľov domu nekončí. Cirkulácia vzduchu v nízkoenergetických budovách je oveľa prirodzenejšia vďaka systému riadeného vetrania.[30]

Nevýhody :

- Vyššie investičné náklady.
- Stavba musí byť čo najdokonalejšie tepelne zaizolovaná a vzduchotesná, bez tepelných mostov.
- Vyžaduje sa dodržiavanie istých pravidiel (napríklad nevetrať otváraním okien).
- Neustále vetranie riadeným systémom, závislým na elektrickej energii.
- Tvar domu musí byť jednoduchý a kompaktný, nemôže byť členitý.
- Vyžaduje sa umiestnenie v oblastiach s dostatkom dopadajúceho slnečného žiarenia. [30]

4.1 Úniky tepla v nízko energetických domov

Hlavný rozdiel medzi bežným a nízkoenergetickým domom spočíva v maximálnom množstve spotrebovanej tepelnej energie. Nižšia spotreba energie priamo súvisí s množstvom tepla, ktoré vám z domu unikne. Najväčšie množstvo tepla unikne cez strechu. Po streche nasledujú steny, netesnosti, okná a suterén. Najmenej tepla uniká cez tepelné mosty. [31]

Tabuľka 11: *Maximálna ročná tepelná spotreba [31]*

Typ stavby	Max. ročná tepelná spotreba na vykurovanie (kWh/m ²)
Bežný rodinný dom	150
Nízkoenergetický dom	50
Pasívny dom	15

Tabuľka 12: *Únik tepla konštrukciou domu [32]*

Časť konštrukcie domu	Množstvo uniknutého tepla %
Strecha	30
Steny	25
Netesnosti	20
Okná	13
Suterén	7
Tepelné mosty	5

4.2 Najvhodnejší spôsoby vykurovania

Nízkoenergetické alebo pasívne domy sa tiež vykurojú, ale potrebujú podstatne menej energie a v inom rozdelení. Podľa stupňa úspornosti alebo typu sa nízkoenergetické domy v našich podmienkach vykurojú približne 130 dní v roku, pričom spotrebiče nemusia mať veľký výkon. Správnym postupom je najskôr minimalizovať tepelné straty (zateplením obalu domu, znížením nekontrolovateľného prenikania vzduchu z okolia a jeho náhrada kontrolovaným vetraním) a následne uvažovať o voľbe paliva, účinného zdroja tepla a spôsobe regulácie. Prevádzku a efektívnosť vykurovania ovplyvňujú tri faktory, ktoré musia byť vzájomne zosúladené.[32]

- Potreba tepla, ktorá závisí od kvality plášt'a budovy priamo ovplyvňuje veľkosť vykurovacieho zariadenia. Nemenej dôležitý je aj podiel zasklenia plôch, ich orientácia a tým aj možnosti pasívneho využitia slnečného tepla.
- Voľba vykurovacích telies a spôsobu šírenia tepla do priestoru. Potrebné teplo môže byť šírené v obytných priestoroch radiátormi, podlahou, stenami a pod., vždy však optimálne bez bariér. Dôležité pri tom je, aby podiel vyžarovaného tepla bol čo najvyšší. Je to zdravšie a hospodárnejšie.
- Zodpovedajúca regulácia, zohľadňujúca vonkajšiu klímu, vnútorné tepelné zisky a požiadavky užívateľov.

Tabuľka 13: Optimálna teplota miestnosti [32]

Miestnosť	Optimálna teplota v miestnosti [°C]
Obytné miestnosti	20
Kuchyňa	20
Kúpeľňa	24
WC	20
Vykurované predsieň a chodby	15
Vykurované schodiská	10

Nízkoenergetické domy (NED) možno z hľadiska vykurovania rozdeliť do troch kategórií:

- NED so spotrebou do 50 kWh/m² ročne.
- NED so spotrebou do 30 kWh/m² ročne.
- Pasívny dom so spotrebou do 15 kWh/m² ročne.

Pokiaľ hovoríme o nízkoenergetických stavbách, u ktorých sa predpokladá nízka spotreba energie do 50 kWh/m² za rok, potom sa dôležitejším parametrom ako cena spotrebovanej energie stávajú celkové obstarávacie náklady vykurovacej sústavy. [33]

Pre a proti

Stále častejšie preto môžeme z rôznych strán počuť, že elektrické vykurovanie je u týchto typov objektov (pri porovnaní obstarávacích nákladov, spotreby energie a doby používania) vlastne najvýhodnejšie a najúspornejšie. Elektrická energia je pre vykurovanie objektov najčastejšie využívaná formou priamo vykurovacích systémov – buď komfortnejšie podlahové alebo stropné vykurovanie alebo s použitím klasických konektorov. Vzhľadom k tomu, že sa v zásade jedná o systém lokálneho vykurovania, je možné vykurovací režim jednotlivých miestností v objekte prispôbiť potrebám ich užívateľov. [33]

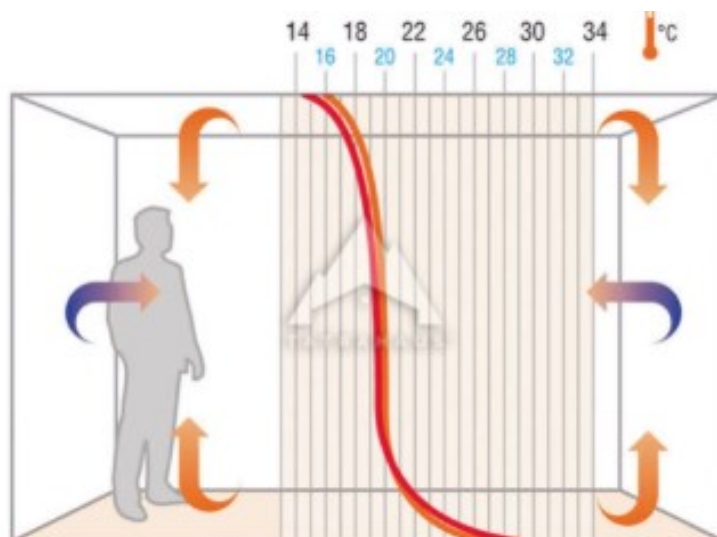
Druhým variantom je akumulčné vykurovanie alebo prostredníctvom elektro kotla s radiátormi v týchto prípadoch však užívateľ prichádza o charakteristickú vlastnosť elektrického vykurovania, teda o jeho veľmi dobrú reguláciu. Doposiaľ stále najrozšírenejším palivom je plyn, ktorý je v porovnaní s elektrinou predsa len o niečo lacnejší, aj keď priebežným zvyšovaním jeho ceny to už o chvíľu nemusí byť celkom pravda. Navyše obstarávacie náklady na kotol a radiátory sú veľmi vysoké a tieto zariadenia v nízkoenergetických objektoch nebudú určite využívané na svoju plnú kapacitu. Čo sa týka využitia tepelných čerpadiel v nízkoenergetických objektoch, je vďaka malej potrebe tepla v týchto domoch jeho využitie malé, a tým sa doba jeho ekonomickej návratnosti neúmerne predlžuje.[33]

4.3 Moderné spôsoby nízkoenergetického vykurovania

Používanie veľkoplošných vykurovacích systémov, najmä podlahového a stále viac aj stropného vykurovania, sa zvyšuje nielen u nás, ale aj v celej Európe. Významne rovnomernejšie rozloženie teploty v priestore, ako aj obmedzenie cirkulácie a vysušovania vzduchu je kľúčovým rozdielom oproti tzv. bodovým zdrojom tepla. Takýto druh vykurovania je úspornejší. Ide totiž o veľkoplošné zdroje nízkoteplotného sálavého tepla, ktorému pre dosiahnutie obdobného tepelného komfortu stačí výkon nižší o 2 – 3 °C. Okrem toho, podlahovým vykurovaním sa dosahuje aj vhodnejšie rozloženie teploty v miestnosti a následne aj obmedzenie prúdenia vzduchu.[33]

4.3.1 Podlahové vykurovanie

Najprepychovejší a najefektívnejší spôsob vykurovania rodinných domov predstavuje podlahové vykurovanie. Sálavé teplo vyrobené podlahovou metódou vykurovania je proporcionálne rozložené po celej miestnosti od steny k stene a súčasne od podlahy až k stropu. Teplo vyrobené takýmto spôsobom pôsobí priaznivo na telo človeka.[34]



Obrázok 4.2: 44 Rozloženie prúdenia vzduchu [34]

V praxi sa to prejavuje tak, že nášľapná vrstva, teda podlahová krytina je na dotyk mierne teplá. Tvorí sa príjemný pocit tepla, ktoré telo prijíma prostredníctvom nôh. Ďalšou významnou výhodou takéhoto spôsobu vykurovania je, že nezapríčiňuje žiadnu cirkuláciu vzduchu, a zároveň je absolútne tiché. Na rozdiel od radiátorov, ktoré zaberajú miesto na stene, sú vykurovacie káble ukryté v podlahe. Inak povedané, podlahové vykurovanie znamená architektonickú slobodu. [34]

Nízke náklady na obstarávanie

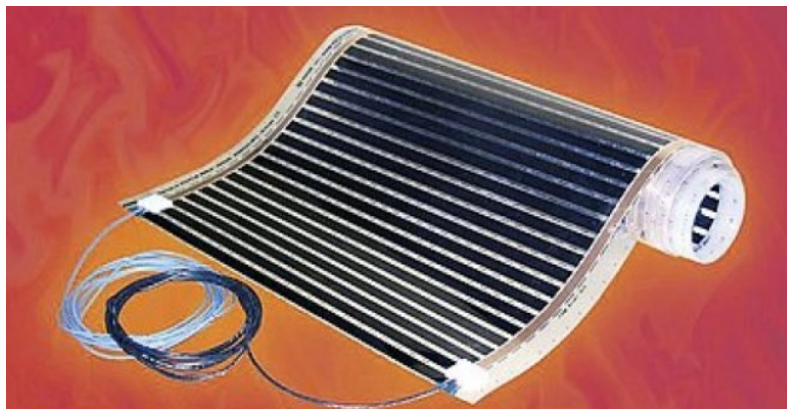
Elektrické podlahové vykurovanie predstavuje cenovo prospešnú, komfortnú náhradu zvyčajných vykurovacích systémov. Bezchybná prevádzka mnohých m² inštalovanej plochy je najlepším dôkazom toho, že sa v praxi veľmi dobre osvedčilo. Aj to patrí medzi dôvody, prečo sa elektrické podlahové vykurovanie stáva obľúbeným a vyhľadávaným spôsobom vykurovania. [34]

Prevedenie podlahového vykurovania:

- Vykurovacie fólie
- Vykurovacie káble a rohože

Vykurovacie fólie

Vykurovacie fólie ECOFILM, ktoré sú určené iba do suchých konštrukcií a nie je možná ich inštalácia do betónov a tmelov, sa môžu stať vhodným riešením podlahového vykurovania pod plávajúce drevené a laminátové povrchy. Ich hrúbka je iba 0,4 mm, a teda nijako nezvyšuje výšku podlahových alebo stropných konštrukcií. Výhodou pri vykurovacej fólii so samolepiacou vrstvou ECOFILM MHF je aj možnosť montáže pod zrkadlo ako ochrana proti roseniu. U podlahových verzií sú vykurovacie fólie ECOFILM vyrábané v rozmedzí výkonov od 60 a 80 W/m² a u stropných fólií až do 200 W/m². [34]



Obrázok 4.3: 45 Vykurovacia fólia [34]

Vykurovacie káble a rohože

K akému účelu bude vykurovanie slúžiť, či pôjde o vonkajšiu alebo vnútornú inštaláciu alebo v akej konštrukcii budú káble je kvôli širokému sortimentu káblov nutné vybrať vopred. Požadovaný výkon: 60–160 W/m² k podlahovému vykurovaniu bytových a nebytových priestorov, alebo vo výkonoch 250–350 W/m² k rozmrazovaniu vonkajších plôch, k odmrázovaniu striech, strešných zvodov a žľabov tomu tiež zodpovedá. Vykurovacie káble a rohože sú veľmi populárne pri rekonštrukciách kúpeľní a sociálnych zariadení, nielen v štandardných, ale aj v nízkoenergetických a domoch. Pre podlahové kúrenie je možné vykurovacie káble použiť ako samostatné káblové okruhy alebo ako vykurovacie rohože. [34]



Obrázok 4.4: 46 Vykurovacie káble [34]

Výhody elektrického podlahového vykurovania

Podlahové vykurovanie, ako veľkoplošný zdroj tepla, v porovnaní s inými vykurovacími systémami, zabezpečí najoptimálnejšie rozloženie teploty v priestore. Táto skutočnosť zaistí vysoký komfort a pocit tepelnej pohody. Skutočnú teplotu vďaka rovnomernej klíme individuálne vnímame ako o 1 až 2 °C vyššiu. Vďaka tomu je možné teplotu v miestnosti, pri zachovaní príjemnej pohody, vhodne znížiť, a tak dosiahnuť úsporu energie až 15%. [34]

Podlahové vykurovanie pre zdravie

Okrem iného, podlahové vykurovanie pozitívne vplýva aj na zdravie človeka, pretože sa vďaka nemu teplota v miestnostiach blíži k teplotnému rozloženiu, ktoré je pre ľudský organizmus a jeho aktívne psychické a fyzické fungovanie ideálne. Keďže nevíri vzduch, steny a vykurovacie plochy nie sú znečisťované unášaným prachom. Vo vykurovaných miestnostiach systém zaistuje kvalitnú mikroklimu. Minimálna vlhkosť stien zabráňuje vzniku mikroorganizmov a plesní, čím sa znižuje riziko vzniku alergií. V prípade, že sa vaše deti rady hrávajú na podlahe, pri podlahovom vykurovaní nehrozí, že prechladnú. [34]

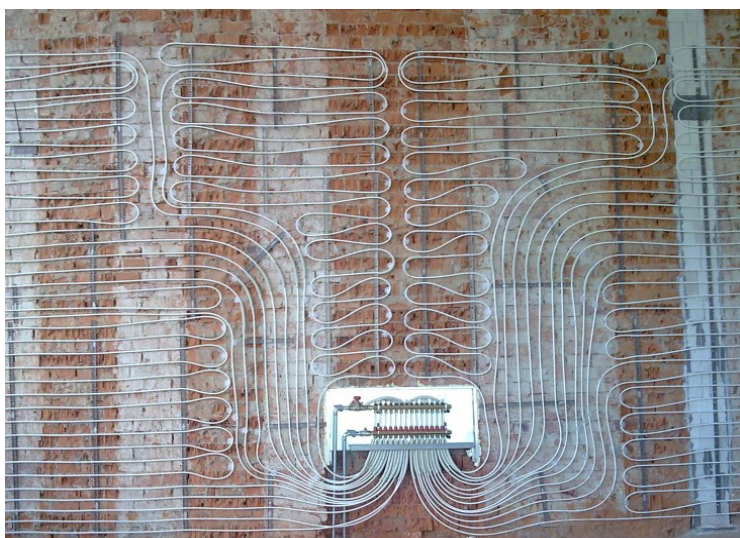
Ďalšie výhody podlahového vykurovania:

- **Príjemné:** rovnomerné šírenie tepla, ktoré sa blíži k „ideálnemu vykurovaniu“: nohy v teple a vo výške hlavy je trochu chladnejšie
- **Praktické:** môže byť použité prakticky vo všetkých typoch podláh, stavbách
- **Úsporné:** jednoduché a presné meranie spotreby, menšie straty pri vetraní
- **Účinné:** Účinnosť premeny elektrickej energie na tepelnú je pri termo káblvom vykurovaní
- **Ekologické:** šetrné voči životnému prostrediu

4.3.2 Stenové vykurovanie

Podlahovému vykurovaniu je svojou činnosťou a prevádzkovými podmienkami veľmi podobné stenové vykurovanie. Medzi výhody tohto spôsobu vykurovania patrí veľkoplošné sálavé teplo a najmä schopnosť rýchlej reakcie a tým aj rýchlejšie vyhriatie miestnosti. Sú to práve tieto schopnosti, ktoré predurčujú stenové vykurovanie pre širokú oblasť použitia v priemysle, zdravotníctve, verejných budovách a aj v rodinných domoch. Teplotu v miestnosti je vplyvom sálania tepla a vďaka skoro ideálnemu rozloženiu teplôt znížiť o 3°C až 4 °C, pričom každé zníženie teploty v priestore o 1°C znamená úsporu energie 6%. Veľkou výhodou je, že sa stenové vykurovanie môže zaviesť jednak ako samostatné, ale aj ako doplnok k podlahovému. [35]

Teplotné stenové vykurovanie predstavuje potrubný systém, ktorým prúdi voda. Tento systém je uložený v stene. Tak ako podlahové vykurovanie, aj stenové vykurovanie sa zaraďuje medzi sálavé spôsoby vykurovania, pričom podiel sálavej zložky na celkovom prenose tepla z vykurovacej plochy je vyšší ako tok tepla konvekciou (65% : 35%). Fakt, že vykurovacie rúrky sú súčasťou stenovej konštrukcie, zaraďuje stenové vykurovanie medzi veľkoplošné vykurovacie systémy. Úlohou systému je v závislosti od teploty teplonosného média plochu steny ohrievať (v zime), popr. ochladzovať (v lete). Vyššia relatívna vlhkosť vzduchu, zodpovedajúca nižšej teplote vzduchu pri totožnej tepelnej pohode má veľký význam zo stránky zdravotne nezávadného prostredia. Keďže stenové vykurovanie nevytvára významné prúdenie vzduchu, nedochádza tak k víreniu a prepaľovaniu prachu. [35]



Obrázok 4.5: 47 Vykurovacie káble uložené na stene [35]

Povrchová teplota

Na povrchovej teplote vyhrievacej plochy - steny závisí výkon stenového vykurovania. Medzi výhody stenového vykurovania patrí to, že nie sú určené žiadne výnimočné hygienické požiadavky, keďže človek neprichádza do styku priamo s vykurovacou plochou a uprednostňuje príjemný tepelný tok z boku. Stenové vykurovanie sa radí medzi nízko teplotné napriek tomu, že teplotu vykurovacej vody môže byť o niečo vyššia (50 °C až 60 °C). [35]

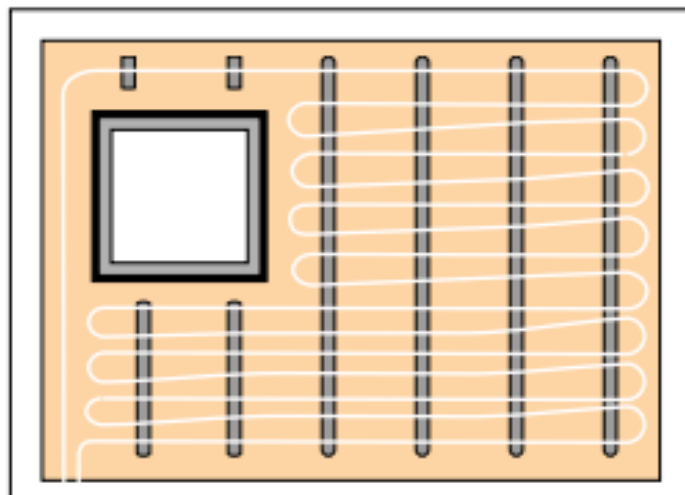
Druhy stenového vykurovania

Podľa spôsobu prevedenia sa stenové vykurovanie dá rozdeliť do dvoch základných skupín:

- stenové vykurovanie tvorené nekonečnou rúrkou
- stenové vykurovanie tvorené registrom

Princíp nekonečnej rúrky

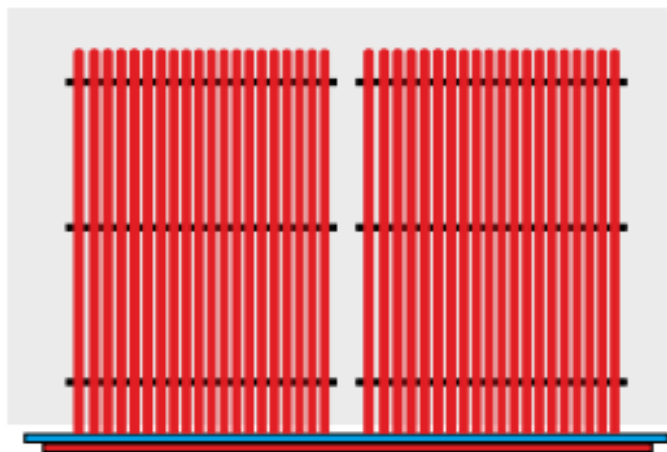
Vykurovací systém v stene je tvorený bezpečnostnou štvorvrstvou vykurovacou rúrkou UNIVENTA Radia-Noxy stáleho priemeru (14 x 2,0 mm; 16 x 2,2 mm), ktorá je na stenu uložená horizontálne, meandrovitým spôsobom. Samostatné rúrky jednotlivých vykurovacích okruhov sú napojené z jedného kolektívneho rozdeľovača. [35]



Obrázok 4.6: 48 Princíp nekonečnej rúrky [35]

Princíp registra

Vykurovací systém v stene tvoria rúrky minimálne dvoch odlišných priemerov. Hlavné prírodné a vratné potrubie je medzi sebou prepojené systémom väčšieho počtu tenkých rúrok, ktoré tvoria vykurovací systém. [35]



Obrázok 4.7: 49 Princíp registra [35]

4.3.3 Stropné vykurovanie

Podstata tohto vykurovania spočíva v tom, že sa strop rýchlo ohreje tak, aby priestorová teplota t_P vyhovovala požiadavke bez dlhého čakania. Rýchla reakcia stropného vykurovania je k tomu nevyhnutná. Prevedenie tohto vykurovania by malo zabezpečiť, aby požiadavka na zmenu teploty stropu bola realizovaná do niekoľkých minút. Po tom ako sa žiaduca teplota v priestore ustáli, tým sa myslí nielen teplota stropu a vzduchu, ale tiež teplota obklopujúcich stien, podlahy, nábytku apod., je teplota vykurovacej stropnej plochy len niekoľko stupňov nad izbovou teplotou. Takéto vykurovanie predstavuje najviac nízkoteplotný a teda zároveň najefektívnejší spôsob vykurovania. [36]

Prevedenie:

Na zavesenie panelov nízkoteplotného stropného vykurovania je vhodný stropný zavesený krížový rošt pre sadrokartónový strop. Znaťne zabraňovať úniku tepla do stropu a von bude reflexná fólia, ktorá je umiestnená približne 15 cm nad budúcimi vykurovacími panelmi. [36]



Obrázok 4.8: 50 Stropné vykurovanie [36]



Obrázok 4.9: 51 Reflexná fólia [36]

Hliníkové panely s rozvodmi nízko-teplotného stropného vykurovania zavesené na stropný rošt určený pre sadrokartón. Z vykurovacích rúrok prechádza teplo do celej plochy stropu rýchlo a rovnomerne. Pohľadová plocha vykurovacích dosiek je zakončená tenkou omietkou s výstužnou sieťkou. [36]

Zloženie vykurovacej fólie ECOFILM:

- 1 – polyetylénová/polyesterová fólia
- 2 – medené zbernice
- 3 – postriebanie kontaktov
- 4 – homogenizovaná grafitová vrstva

Teplota vzduchu v miestnosti

Vďaka skleníkovému efektu žiarenie stropu a priestorové žiarenie ohrieva vzduch v miestnosti, ktorý rýchlo prijme teplotu priestorového žiarenia t_P . Výnimku predstavuje niekoľko dm hrubá vzduchová vrstva, ktorá susedí s povrchmi: uplatňuje sa tu teplotný gradient (spád) od teploty priestorového žiarenia t_P k teplote povrchu t_i . To sa vzťahuje tak na vykurovaný strop, ako aj na vnútorné povrchy obvodových stien, ktoré sú ochladzované na protihľej strane. Okrem týchto okrajových vrstiev má vzduch v miestnosti všade rovnakú teplotu. [36]

Tepelná pohoda

Stropné vykurovanie je nie len najefektívnejšie, teda najviac šetrí energiu, ale pobyt pod ním je tiež veľmi príjemný. Ide o vykurovanie s najrýchlejšou reakciou: to platí dvojnásobne, ak sa zameriavame na to, aby bol prechod tepla z teplovodných vykurovacích rúrok alebo elektrických fólií rovno k vykurovanému stropnému povrchu čo najrýchlejší, už vo fáze príprav a plánovania stropného vykurovania. [36]

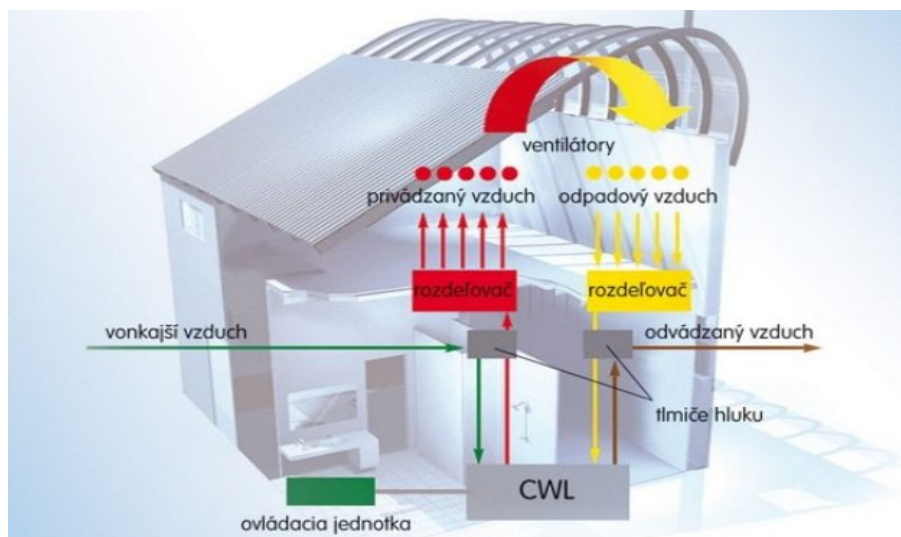
4.4 Moderné metódy zníženia energetických nákladov pri vykurovaní

Sú to metódy, ktoré nám umožnia ušetriť veľké množstvo výdavkov na vykurovanie.

4.4.1 Rekuperácia a moderné vetranie

Klasické vetranie oknami v rodinných domoch predstavuje relatívne vysoké straty draho vyprodukovanej tepelnej energie. Aj to je dôvodom prečo vznikli systémy riadeného vetrania, ktoré optimalizujú nutnosť výmeny vzduchu v obytných priestoroch. Na umožnenie spätného získania tepla je možné doplniť riadené vetranie o jednotku, a tak sa zníži strata tepelnej energie a šetria sa výdavky na bývanie. Najmä z dôvodu zdravého a hygienického bývanie je vetranie v domoch, bytoch, ale aj v kanceláriách veľmi dôležité - zabezpečenie optimálnej vlhkosti zabraňuje tvorbe plesní. Avšak, príliš častým vetraním prichádzame predovšetkým v zimnom

období o teplo, a tým aj o peniaze. Hovorí sa, že aby bolo bežné vetranie dostačujúce a hygienické, malo by byť okno tvorené asi hodinu denne. Pochopiteľne, pri takomto vetraní sa stratí značné množstvo tepla, a to 50%. [37]



Obrázok 4.10: 52 Rekuperácia [37]

Spätné získavanie tepla

Je to dej, pri ktorom teplý odpadový vzduch, ktorý sa z miestnosti odvádzajú, predhrieva privádzaný vzduch do miestnosti. Teplý vzduch by v prípade vetrania cez okná odchádzal bez účinku von z miestnosti, ale v prípade použitia rekuperačného výmenníka, odpadové teplo odovzdá väčšinu svojho tepla (až viac ako 90%) čerstvému privádzanému vzduchu. Potom je čerstvý predhriaty vzduch prichádzajúci do miestnosti dohrievaný na požadovanú teplotu tak, aby sa v miestnosti dodržali nároky na tepelnú pohodu v obytnom priestore. [37]

Na lepšie porozumenie ako funguje rekuperácia je uvedený vzorový príklad, v ktorom sa uvažuje s vonkajšou teplotou $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a teplotou v interiéri napr. $+21\text{ }^{\circ}\text{C}$. Do vonkajšieho prostredia cez rekuperátor odovzdá vzduch s teplotou $+21\text{ }^{\circ}\text{C}$, teplo z odpadového vzduchu sa naakumuluje vo výmenníku samotného rekuperátora a zohreje ho na teplotu blízku $+21\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cez ďalší vzduchový kanál rekuperátora sa privedie čerstvý vzduch s teplotou až $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Následne sa čerstvý vzduch v rekuperátore zohreje na teplotu okolo $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a ten sa potom dohreje na izbovú teplotu. Ušetriť sa tu dá cca 85 % výdavkov na do ohrev čerstvého vzduchu. [37]

Zemný kolektor

Doplnenie rekuperátora o takzvaný zemný kolektor, ktorý je tvorený rozvodom potrubí v zemi, kde sa využíva teplo akumulované v zemi, je ďalšou možnosťou zlepšenia nútenej výmeny vzduchu. Potrubia kolektora sú umiestnené približne 2 m pod terénom, zvyčajne v okolí domu, prípadne pod samotným domom. Ešte pred vstupom do rekuperátora zabezpečí kolektor predohrev čerstvého vzduchu, a to na teplotu pôdy. Predstavme si situáciu, že je vonku napríklad

-20 °C, pôda má +8 °C a vnútri v dome kúrimo na teplotu 21 °C. Do rekuperátora v prípade použitia zemného kolektora vstupuje namiesto prichádzajúceho čerstvého vzduchu s teplotou -20 °C, vzduch s vyššou teplotou, a to +4 °C. Vzduch sa potom v rekuperátore ohreje (od odchádzajúceho použitého vzduchu s teplotou 21 °C) z +4 °C na +18 °C. Tým pádom je teraz potrebné zvýšiť teplotu vzduchu do ohrevom, na požadovaných 21 °C, len o 3 °C. A tak, v prípade vonkajšej teploty -20 °C, použitím zemného kolektora a rekuperátora do obytného priestoru prichádza bez energeticky nákladného ohrevu vzduchu s teplotou takmer +18 °C. Rekuperáciou tepla je možné ušetriť významnú čiastku nákladov na vykurovanie, a tak zaistiť pocit pohodlia a komfortu aj v zimnom období. [37]

Funkcie rekuperačnej jednotky

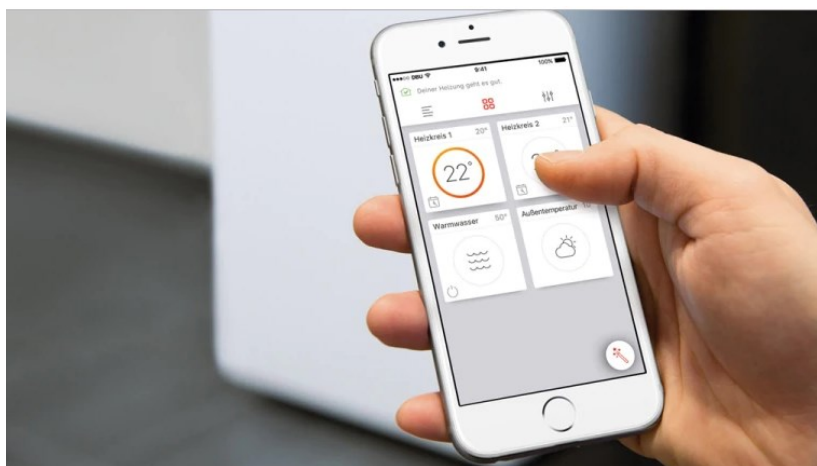
Účinná filtrácia, ktorej úlohou je zachytávanie prachu, nečistôt a peľu je neoddeliteľnou súčasťou rekuperačnej jednotky. Práve tieto nečistoty, v prípade štandardného vetrania, prechádzajú do interiéru oknami, čo predstavuje neprijemnosť najmä pre alergikov. Rekuperácia je aj z tohto dôvodu vhodná pre ľudí trpiacich alergiou. Vzhľadom na to, že toto zariadenie dokáže v rámci jednej hodiny vymeniť až polovicu celkového objemu vzduchu v miestnosti pri zachovaní tepelného komfortu, znižuje sa tak nielen energetická strata a výdavky na vykurovanie, ale aj značne klesá výskyt plesní, množstvo roztočov a mikroorganizmov v miestnostiach. [37]

Kľúčové výhody rekuperácie

- vyššia kvalita ovzdušia v interiéri; kontrolované vetranie zabezpečuje neustály prísun čerstvého vzduchu a zároveň odvetranie častí domu, kde vznikajú pachy a vlhkosť; čerstvý vzduch je filtrovaný, čím sa znižuje koncentrácia baktérií, plesní a iných škodlivín vo vzduchu;
- zníženie spotreby energie na vykurovanie; vysoká účinnosť rekuperačnej vetracej jednotky pri spätnom získavaní tepla znižuje náklady na kúrenie;
- spotreba rekuperačnej jednotky je minimálna;
- nevzniká prievan;
- kontrola vlhkosti;

4.4.2 Temperovanie

Temperovanie v podstate znamená udržiavanie teploty na určitej hladine, respektíve v určitom rozsahu. Temperovaním sa v súvislosti s vykurovaním a údržbou budov chápe predovšetkým udržiavanie určitej teploty v priestoroch, ktoré sú na dlhšiu dobu neobývané, alebo nie sú inak aktívne využívané. Je veľmi dobre známe, že ak dom alebo budova nie sú dlhšie obdobie aktívne využívané, začnú veľmi rýchlo pustiť. Steny a nábytok začnú veľakrát plesnivieť, omietka a potrubia praskať. Relatívne nízke teploty a vlhkosť sú dôvodom vzniku väčšiny týchto problémov. Majitelia, ktorí podcenili dôležitosť temperovania, si vo svojich obydliach môžu nájsť nepríjemné prekvapenia v podobe vyššie spomínaných problémov. [38]



Obrázok 4.11: 53 Temperovanie cez mobil [38]

Odporúčané teploty

Frekvencia a periodicita využívania má veľký vplyv na teplotu temperovania.. Celoročne neobývané priestory sa odporúča temperovať na teplotu približne 5 °C, predovšetkým z dôvodu zabránenia zamŕzania vody v potrubiach. V prípade priestoru, ktorý je obývaný len príležitostne je odporúčaná teplota temperovania 13 až 15 °C. Občasné nárazové vetranie by malo vždy dopĺňať temperovanie priestorov, a to kvôli minimalizovaniu vlhkosti, ktorá by veľmi rýchlo viedla k šíreniu plesní a zatuchnutiu. [38]

Nižšie náklady na vykurovanie

Temperovanie má taktiež podstatnú ekonomickú dôležitosť. Výdavky na vykurovanie môžu byť znížené vhodným temperovaním, keďže majú hrubé múry veľmi dobrú akumuláciu schopnosť. Napríklad pri využívaní víkendového domu, je vhodnejšie priestory namiesto nárazového vykurovania neustále temperovať. Pri vychladnutí múrov na teploty pod 10 °C, by na ich opätovné zohriatie a vykúrenie na teplotu cez 20 °C bolo potrebné minúť veľké množstvo energie. Neustále temperovanie priestorov na 15 °C pomocou nízko nákladového zdroja je preto oveľa efektívnejšie. Už teraz vieme, v prípade potreby, teplotu veľmi rýchlo zvýšiť na nami požadovanú. [38]

Na účinné, efektívne a lacné temperovanie, ako z vyššie uvedených javov vyplýva, je potrebné mať k dispozícii veľkoplošný rozvod tepla a vhodný nízko nákladový zdroj energie. Ako najvhodnejšia voľba sa, čo sa týka rozvodov tepla, javí podlahové kúrenie. Vďaka veľkej teplovýmennej ploche a sálavému mechanizmu prestupu tepla je zaistené rovnomerné temperovanie v celom priestore, kedy nevznikajú zóny s rozdielnymi teplotami. Spôsobom podobným, ako pomocou podlahového kúrenia, môže byť zaistené aj temperovanie stropov. [38]

Architektúra budov a slnečná energia

K temperovaniu budov v súčasnosti výrazne prispieva aj architektúra. Veľké presklené priestory, ktoré fungujú ako pasívny zdroj solárneho vykurovania, sa používajú stále častejšie. Strana domu orientovaná na juh sa môže využiť ako zimná záhrada. Tá dokáže veľmi účinne akumulovať teplo a významne tak napomáha temperovaniu. Solárna energia sa môže využívať aj aktívne, prostredníctvom solárnych panelov alebo fotovoltaiických článkov. Temperovanie správnym spôsobom je dôležité a netreba ho brať na ľahkú váhu. Ujma, vzniknutá pri zanedbaní, môže niekoľkonásobne presiahnuť investičné a prevádzkové výdavky. [38]

4.5 Ekologické riešenie

Nielen pre životné prostredie, ale aj pre šetrenie výdavkov domácností predstavuje ekologické riešenie vykurovania vhodnú náhradu. Ľudia sa v minulosti zameriavali predovšetkým na cenu paliva a jeho dostupnosť a nie na jeho škodlivé účinky na životné prostredie. Časom si začali uvedomovať, že pri spaľovaní palív dochádza k úniku tzv. skleníkových plynov a iných látok, ktoré výrazne znečisťujú životné prostredie. Vďaka tomuto zisteniu sa začali zavádzať striktné opatrenia, tzv. emisné limity daných výrobkov pri spaľovaní jednotlivých palív. Skleníkové plyny sú dôvodom skleníkového efektu, ktorý vzniká zhromažďovaním skleníkových plynov vo vrchných vrstvách atmosféry. Tie síce prepúšťajú slnečné žiarenie na planétu Zem, ale zároveň bránia jeho priamemu úniku späť do vesmíru. [39]



Obrázok 4.12: 54 Znečisťovanie CO₂ [39]

Keď sa skleníkových plynov hromadí viac, než dokáže zemská atmosféra a biomasa spracovať, nastáva problém. Atmosféra sa začne prehrievať a zvyšuje sa priemerná teplota, čo má za následok v médiách často rozoberaný jav, ktorý sa nazýva globálne otepľovanie. Oxid uhličitý je zodpovedný približne za 60 % celkového skleníkového efektu. [39]

Porovnanie jednotlivých palív z hľadiska znečistenia

Jednou z hlavných znečisťujúcich látok je bezpochyby CO₂, tzv. oxid uhličitý, ktorý patrí do kategórie skleníkových plynov. V prípade vykurovania sa výrobcovia orientujú najmä na znižovanie spomínaného oxidu uhličitého. Porovnanie spaľovania jednotlivých druhov palív a ich produkcia oxidu uhličitého je možné vidieť v nasledujúcej tabuľke. [39]

Tabuľka 14: Porovnanie jednotlivých palív z hľadiska produkcie oxidu uhličitého

Palivo	Celkové CO ₂ vyrobené vykurovaním pre obyčajný dom (20 000 kWh / rok)
Uhlie	8 250 kg
Zemný plyn	4 540 kg
Drevná štiepka (25% vlhkosť)	5 920 kg

Produkcia oxidu uhličitého je okrem iného závislá najmä na podiele obsahu uhlíka v palive. Z vyššie uvedenej tabuľky je možné vydedukovať, že uhlie produkuje najväčší podiel CO₂ do ovzdušia, a preto sa v súčasnosti neodporúčajú na vykurovanie obytných jednotiek kotly na uhlie. Hneď ďalším je drevná štiepka. Zaujímavé je, že pri biomase, či už pri štiepke alebo peletách, sa tvorba oxidu uhličitého považuje za nulovú, pretože pri raste stromov a tvorbe kyslíka sa spotrebuje také isté množstvo oxidu uhličitého, ako sa vyrobí jeho spálením. Z toho teda vyplýva, že biomasa je CO₂ neutrálna. Z tohto dôvodu sa vykurovanie prostredníctvom biomasy kvalifikuje ako najekologickejšie riešenie z hľadiska kúpy kotla. [39]

Kombinácia rôznych typov vykurovacích systémov

Ako riešenie na zníženie produkcie CO₂ sa ponúkajú kombinácie kotlov s produktami, ktoré využívajú nízko potenciálne teplo (napr. tepelné čerpadlá) alebo alternatívne zdroje energie (napr. solárne kolektory). Inštalácia takýchto kombinácií redukuje množstvo spotrebovaného paliva, a tým sa vykurovací systém, v porovnaní s obyčajným využitím kotla, stáva ekologickejší. Najvyužívanejšie zapojenie, takzvaný hybridný systém, predstavuje zapojenie kondenzačného plynového kotla a tepelného čerpadla vzduch/voda. Pri týchto systémoch sa o vykurovanie prvotne stará tepelné čerpadlo a kotol sa zapína len vtedy, ak je väčšia spotreba tepla alebo teplej úžitkovej vody. [39]

Zelená energia

Zelená energia je energia využívaná týmito prídavnými systémami ku kotlom. Ide o slnečnú energiu, energiu vzduchu alebo energiu získavanú zo zeme. Ako už bolo uvedené, slnečnú energiu je možné využiť za pomoci fotovoltických panelov na výrobu elektrickej energie, ktorá môže byť spotrebovaná na vykurovanie, alebo rovno v dome. Vďaka solárnym panelom je možné využiť solárnu energiu na ohrev úžitkovej vody. Ďalším druhom zelenej energie je energia vzduchu. Takýto druh obnoviteľnej energie využíva tepelné čerpadlo, ktoré odoberá teplo z vonkajšieho vzduchu, a to sa potom používa v bytových priestoroch. Čerpadlo ovplyvňuje svojím výkonom kotla, a tým aj spotrebu paliva. Celý systém je tak, prirodzene, ekologickejší. Nie veľmi rozdielnou metódou sa využíva aj energia zeme na základe princípu tepelného čerpadla zem/voda, kde sa teplo odoberá priamo zo zeme a dováža sa do obytných priestorov. Len malé množstvo elektrickej energie je potrebné na chod týchto zariadení a tak sa tieto zariadenia radia medzi tie najekologickejšie. [39]



Obrázok 4.13: 55 Ekologické metódy vykurovania [39]

Dotácie na zelenú

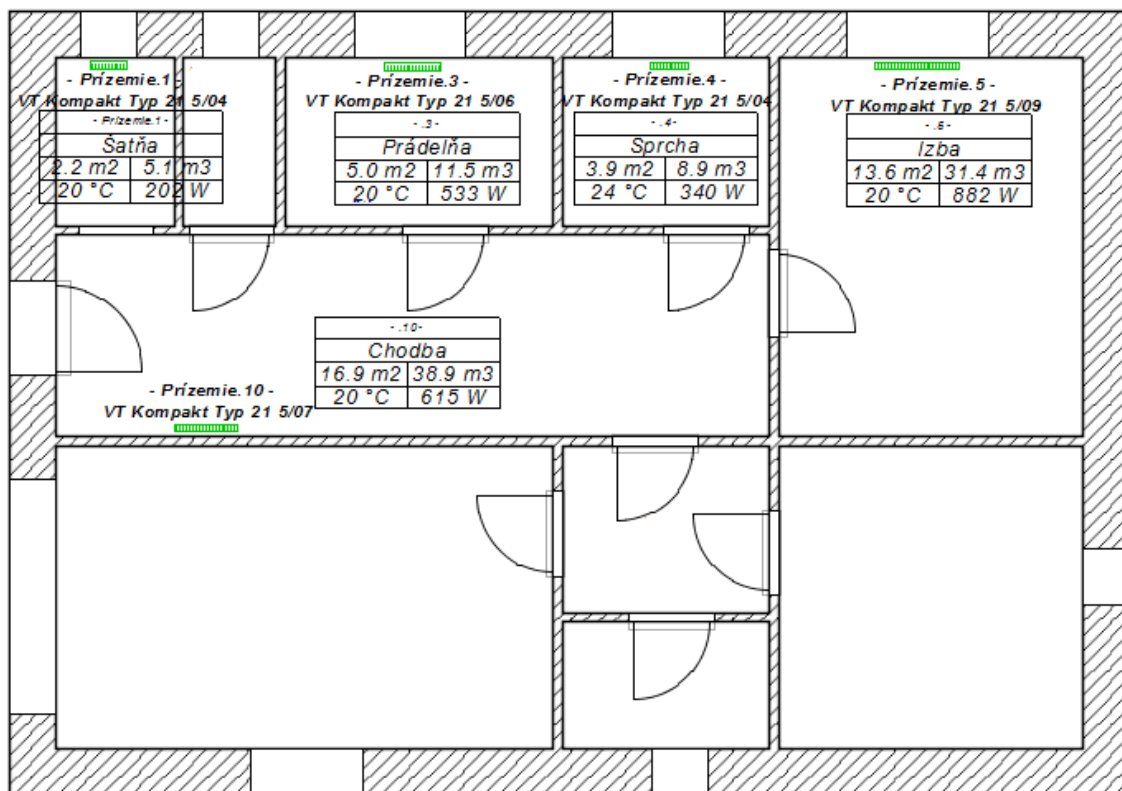
Aj napriek tomu, že ekologické spôsoby vykurovania majú viaceré výhody, ich použitie tiež znamená vyššie východiskové výdavky, ktoré sú spojené s kúpou a inštaláciou takéhoto zariadenia. Na riešenie problematiky ochrany životného prostredia, ktorá patrí k top svetovým otázkam, ktoré je potrebné riešiť, vznikajú rôzne projekty, ktorých účelom je podporiť záujem o ekologické riešenia. Medzi takéto projekty patrí aj Zelená domácnostiam, prostredníctvom čoho je možné získať dotáciu na vybrané druhy vykurovacích zariadení. Na využitie zelenej energie je práve teraz správny čas – ušetriť je možné rovno dvakrát a to na nižších nákladoch na energiu, ale aj na využití štátnej dotácie a aj priamo na zavedení vykurovacieho zariadenia. [39]

5 Návrh optimálneho vykurovania zadaného rodinného domu

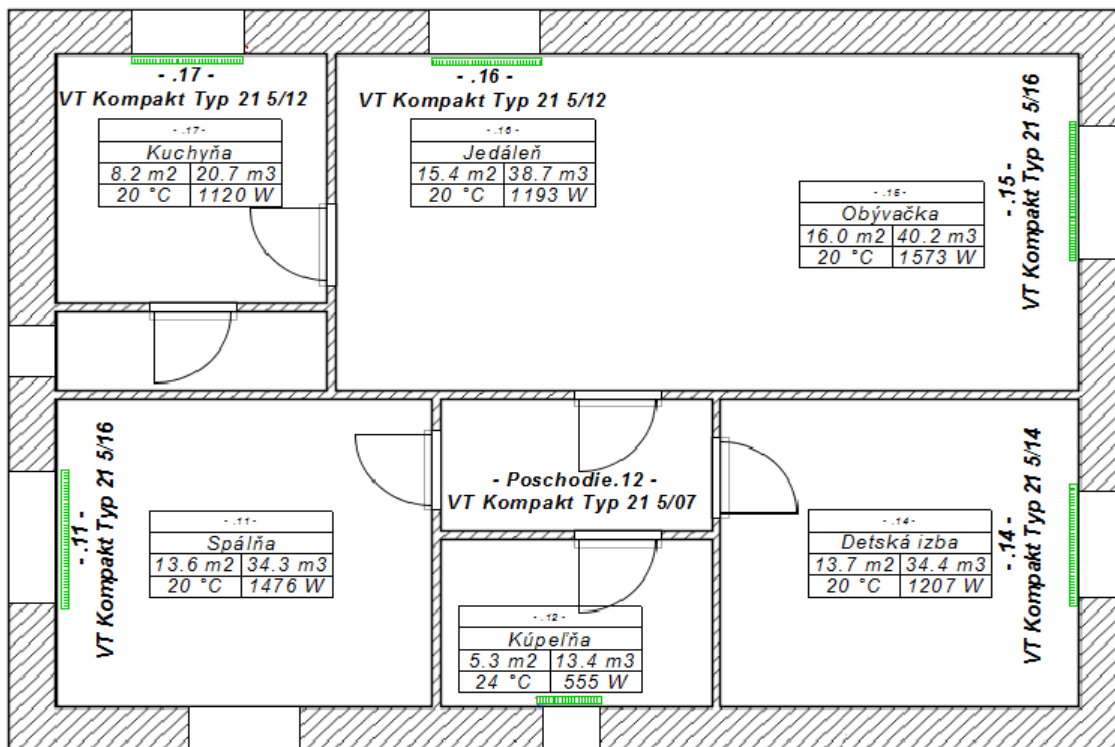
Táto kapitola sa bude zaoberať návrhom vykurovania pre náš zvolený objekt. Je tu zahrnutý samotný návrh vykurovania, ktorý bol prevedený pomocou programu TECHCON FV PLAST, a taktiež sú tu zahrnuté potrebné komponenty, ako sú napr. radiátory a potrubie a ich cena a na koniec aj optimálna varianta vykurovania.

5.1 Postup návrhu

V programe Techcon, v ktorom sme si ako prvé definovali tepelné straty, sme ďalej postupovali na samotný návrh vykurovania. Určili sme si miestnosti viz. obr. 5.1 respektíve obr. 5.2, do ktorých sme vkladali radiátory s potrebným tepelným výkonom na pokrytie tepelných strát. Jednotlivé miestnosti sú popísané tabuľkami, kde sú zahrnuté rozmery miestnosti, teplota a taktiež potrebný tepelný výkon na vykurovanie.

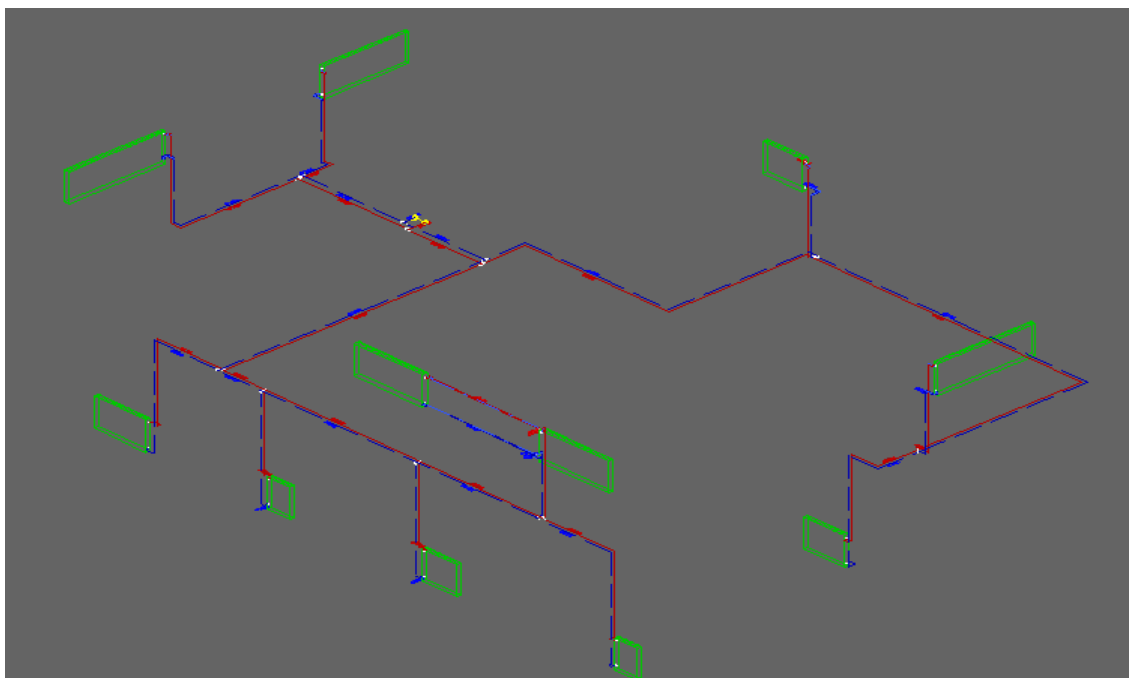


Obrázok 5.1: 56 Pôdorys prízemie s vyznačenými radiátormi



Obrázok 5.2: 57 Pôdorys poschodia s vyznačenými radiátormi

Druhým bodom bol samotný návrh potrubia pre prízemie a poschodie viz. obr. 5.3. Poschodie s prízemím bolo prepojené stúpačkami. Určili sme si zdroj tepla a program nám vypočítal tlakové pomery.



Obrázok 5.3: 58 3-D vizualizácia navrhnutého vykurovania

5.2 Cenové vyhodnotenie

Ročné náklady na vykurovanie a ohrev teplej vody pre vybraný kotol Gladius Galmet KWP vychádzali na 931 eur. Cena samotného kotla je 2300 eur. Cena za materiál pre návrh vykurovania je 2475 eur. Celková cena za návrh vykurovania a kotol plus práca (cca 3500 eur) je teda okolo 8275 eur.

Tabuľka 15: *Vykurovacie telesá Viessman*

Názov	Počet kusov	Cena za 1 kus bez DPH €	Celková cena bez DPH €
VT Kompakt Typ 21 500/400	2	43	86
VT Kompakt Typ 21 500/600	1	55	55
VT Kompakt Typ 21 500/700	2	58	116
VT Kompakt Typ 21 500/900	1	70	70
VT Kompakt Typ 21 500/1200	2	81	162
VT Kompakt Typ 21 500/1400	2	91	91
VT Kompakt Typ 21 500/1600	2	110	220
Celková cena	800 €		

Tabuľka 16: *Regulačné armatury*

Názov	Počet	Cena za 1 kus bez DPH €	Celková cena bez DPH €
Termostatická hlavica K zo zabudovaným snímačom	11	13	143
Regulux rohový EARE 10 3/8	9	11	101
Regulux rohový EARE 15 1/2	2	12	24
Termostatický radiátorový ventil V- exakt II rohový ET 10 3/8	9	14	126
Termostatický radiátorový ventil V- exakt II rohový ET 15 1/2 °	2	18	36
Celková cena	430 €		

Tabuľka 17: Medené potrubie

Názov	Počet metrov	Cena za 1 m bez DPH €	Celková cena bez DPH €
Medená rúrka 15 x 1	36	4	144
Medená rúrka 18 x 1	27	5	135
Medená rúrka 22 x 1	35	7	255
Medená rúrka 28 x 1	3	10	30
Medená rúrka 35 x 1,5	3	17	51
Spolu:	615 €		

Tabuľka 18: Medené spojky

Názov	Počet kusov	Cena za 1 kus bez DPH €	Celková cena bez DPH €
T-kus 18 x 1 - T-kus 18 x 1 - T-kus 15 x 1	3	3	9
T-kus 18 x 1 - T-kus 22 x 1 - T-kus 15 x 1	2	11	22
T-kus 22 x 1 - T-kus 15 x 1 - T-kus 18 x 1	4	5	20
T-kus 22 x 1 - T-kus 15 x 1 - T-kus 22 x 1	6	3	18
T-kus 22 x 1 - T-kus 22 x 1 - T-kus 15 x 1	2	6	12
T-kus 28 x 1 - T-kus 15 x 1 - T-kus 22 x 1	2	11	22
T-kus 28 x 1 - T-kus 35 x 1 - T-kus 22 x 1	2	41	82
T-kus 35 x 1,5 - T-kus 35 x 1,5 - T-kus 22 x 1	2	32	64
Spolu:	250 €		

Tabuľka 19: Nádrže a čerpadlo

Názov	Počet kusov	Cena za 1 kus bez DPH €	Celková cena bez DPH €
Expanzná nádrž	1	50	50
Akumulačná nádrž 160 l	1	300	300
Obehové čerpadlo	1	30	30
Spolu:	380 €		

Záver

Hlavným cieľom tejto diplomovej práce bol výber optimálnej varianty vykurovacieho systému pre náš zvolený rodinný dom. Každý vykurovací systém má svoje výhody ale aj nevýhody, či už z hľadiska ekonomického alebo ekologického. V teoretickej časti sme si rozobrali niekoľko možných variant pre vykurovanie. A taktiež sme sa tu zmienili o moderných metódach nízko energetických spôsobov vykurovania.

V praktickej časti bolo dôležité previesť výpočet tepelných strát nami zvoleného objektu. Pre výpočet tepelných strát sme použili program TECHCON PLAST, do ktorého bolo potrebné vložiť pôdorys pre prízemie a poschodie. Po navrhnutí konštrukcií domu sme previedli výpočet tepelných strát, ktorý nám vyšiel 9407 W. Druhý výpočet sa týkal ročnej spotreby tepelnej energie na vykurovanie a ohrev teplej úžitkovej vody, ktorý nám vyšiel na 84,85 GJ/rok. Tento výpočet bol potrebný pre stanovenie ročných prevádzkových nákladov.

Podľa výpočtu tepelných strát sme si mohli porovnať vykurovacie systémy. Rozhodli sme sa pre tri systémy. Prvý je tepelné čerpadlo Vzduch-voda, ďalší systém je automatický kotol na ekologický hrášok a posledný systém je elektrické kúrenie. Podľa metódy váženého súčtu sme vyhodnotili vzájomné technicko- ekonomické porovnanie vybraných vykurovacích systémov. Bolo potrebné si stanoviť váhy, ktoré kládli dôraz hlavne na ročné prevádzkové a investičné náklady. Dôležitú úlohu tu rozhodovala aj poloha rodinného domu. Ako najlepšia varianta vykurovacieho systému vyšlo kúrenie pomocou automatického kotla Gladius Galmet KWP na ekologický hrášok.

V poslednej kapitole sme znázornili návrh vykurovacieho systému pre prízemie a poschodie. Postupovali sme tak tiež v programe TECHCON PLAST. V ňom sme naviazali na tepelné straty. Systém nám podľa tepelných strát navrhol vykurovacie média do zvolených miestností. Bolo potrebné navrhnuť potrubie, ktoré je medzi prízemím a poschodím prepojené stúpačkami. Tak tiež je tu zahrnutý potrebný materiál pre vykurovanie a celková suma na návrh vykurovacieho systému, ktorá nám vyšla 8275 Euro.

Do budúcnosti by bolo najvhodnejšie previesť zateplenie domu a tak tiež výmenu drevených okien za plastové. Tento krok by nám výrazne znížil tepelné straty daného objektu. Jednalo by sa však o veľkú investíciu.

Použitá literatúra

- [1] HRADÍLEK, Zdeněk, Ilona LÁZNIČKOVÁ a Vladimír KRÁL. Elektrotepelná technika. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04938-9.
- [2] Elektródové kotly [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z: <https://roskanat.info/1152-electrode-boiler-for-heating-a-private-house.html>
- [3] Kotly na tuhé paliva [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z: https://www.ekohrasok.sk/Casto-kladene-otazky-a5_1.htm
- [4] Ekologický hrášok [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z: <http://www.kinvestments.eu/our-offer/ecological-coal>
- [5] Popis kotla na eko hrášok [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z: <https://kotly.com/img/ps/ogniwo/eko-35-kw/przekroj-eko.png>
- [6] Plynové kúrenie [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z: <https://www.penize.cz/nakupy/290240-topime-plynem-vyhody-a-nevyhody-ruznych-zpusobu-plynoveho-vytapeni>
- [7] Znázornenie plynového kúrenia [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z: https://www.siea.sk/materials/files/poradenstvo/publikacie/brozury/ako_vybrat_kondenz_kotol_2018/st12.jpg
- [8] Kondenzačné kotly [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Plynov%C3%BD_kotel
- [9] Zloženie plynového kotla [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z: https://www.siea.sk/wpcontent/uploads/files/poradenstvo/publikacie/brozury/ako_vybrat_kondenz_kotol_2018/st12.jpg
- [10] Solárna energia [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z : <http://www.solarobchod.cz/cz/reseni/solarni-pritapeni/>
- [11] Nevýhody trubicového kolektora [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z : <https://www.solarneslovensko.sk/slnece-kolektory.php>
- [12] Popis tepelného čerpadla [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z : <https://www.siea.sk/bezplatne-poradenstvo/publikacie-a-prezentacie/ako-vybrat-tepelne-čerpadlo/>
- [13] Geotermálny vrt [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z : https://www.ivt.sk/img/_/typy-tc/tepelne-čerpadlo-zeme-voda-vrt.png
- [14] Plošný kolektor [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z : <https://vytapeni.tzb-info.cz/docu/clanky/0082/008295o1.png>
- [15] Plošný kolektor [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z https://www.ivt.sk/img/_/typy-tc/tepelne-čerpadlo-vodni-plocha.png

- [16] Bod bivalence [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z :
<https://image3.slideserve.com/5592676/slide17-1.jpg>
- [17] Tepelné straty [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z:
<http://fyzikalniolympiada.cz/texty/texttz.pdf>
- [18] Program techcon [online]. [cit. 2019-12-12] Dostupné z:
<https://www.techcon.sk/modul-tepelne-straty>
- [19] Tepelné čerpadlo CONVERT AW 16 [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<http://www.acheating.sk/tc/tepelne-cerpadla-convert-aw-pre-rodinne-domy>
- [20] Tepelné čerpadlo NIBE F 2040 [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
https://www.nibe.sk/tepelne-cerpadla-vzduch-voda/nibe-f2040?utm_source=digitalad&utm_medium=campaign2#na-stiahnutie
- [21] Tepelné čerpadlo Buderis Logatherm WPL [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<http://vokuplyn.sk/produkty/tepelne-cerpadla/logatherm-wpl-14-ar-light-tepelne-cerpadlo-buderus-vzduch-voda-kurenie/>
- [22] Kotel ENVIROTHERM EKO 7 [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<https://www.kurenie-solar.sk/kotly-na-ekohorasok-envirotherm/automaticky-kotel-eko-7-25-kw/>
- [23] Kotel GALMET GLADIUS [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<https://www.kurenie-solar.sk/kotly-na-ekohorasok-galmet-galaxia-kwe/galmet-gladius-kwp-17-kw/>
- [24] Kotel TEKLA Koltorn [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<https://www.kurenie-solar.sk/kotly-na-ekohorasok-kolton/kolton-matix-17-kw/>
- [25] Elektrické vykurovanie [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z: z:
<https://www.electrorad.co.uk/benefits-of-electric-heating>
- [26] Zostava Protherm 18k [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<https://www.kotollacno.sk/kurenie/eshop/4-1-Elektricke-vykurovanie/63-2-Elektricke-kotly/5/6821-Zostava-Protherm-RAY-18K-FE-120-BM-Thermolink-P>
- [27] Elektrický kotel [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
https://www.kotollacno.sk/fotky7564/fotos/_vyr_6821zostava-ray-protherm-web-1436029-format-flex-height.png
- [28] Moderné metódy nízkoenergetického vykurovania [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
https://www.isover.sk/moderne-funkcne-usporne-ako-sa-stavaju-nizkoenergeticke-rodinne-domy?gclid=Cj0KCQiA_rfvBRCPARIsANIV66NtOuCpeE3vQDKw4zpRGv-gPqOkV5mn0QrAL15W814jHILsxsgSSzQaAsIeEALw_wcB
- [29] Nízko energetický dom [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
https://www.zozivota.sk/wp-content/uploads/2014/01/2shutterstock_dom-uspornost.jpg

- [30] Výhody nízkoenergetického vykurovania [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z: :
<https://www.domztehly.sk/2016/01/13/nizkoenergeticky-dom-sa-stava-samozrejmostou/>
- [31] Úniky tepla v nízkoenergetických domoch [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<https://www.domztehly.sk/2016/01/13/nizkoenergeticky-dom-sa-stava-samozrejmostou/>
- [32] Najvhodnejší spôsob vykurovania [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<https://mojdom.zoznam.sk/cl/10055/1331654/Vykurovanie-nizkoenergetickeho-domu>
- [33] Nízko energetické stavby [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<https://www.istavebnictvo.sk/clanky/cim-vykurovat-nizkoenergeticke-domy>
- [34] Podlahové vykurovanie [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<https://www.tatrahaus.sk/nizkoenergeticky-dom/sposob-vykurovania/>
- [35] Stenové vykurovanie [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<https://www.univenta.sk/produkt/stenove-vykurovanie/>
- [36] Stropné vykurovanie [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<https://www.istavebnictvo.sk/clanky/stropne-vykurovanie-pracuje-tak-ako-samotna-priroda>
- [37] Rekuperácia [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<https://www.setri.sk/rekuperacia/>
- [38] Temperovanie [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<https://www.viessmann.sk/sk/informacie-pre/ako-moze-temperovanie-setrit-vase-naklady-na-vykurovanie.html>
- [39] Ekologické riešenie [online]. [cit. 2020-4-4] Dostupné z:
<https://www.viessmann.sk/sk/informacie-pre/ekologicke-riesenie-porovnanie-druhov-vykurovania.html>

Zoznám príloh

Príloha 1: Pôdorys prízemí

Príloha 2: Pôdorys prvého poschodia

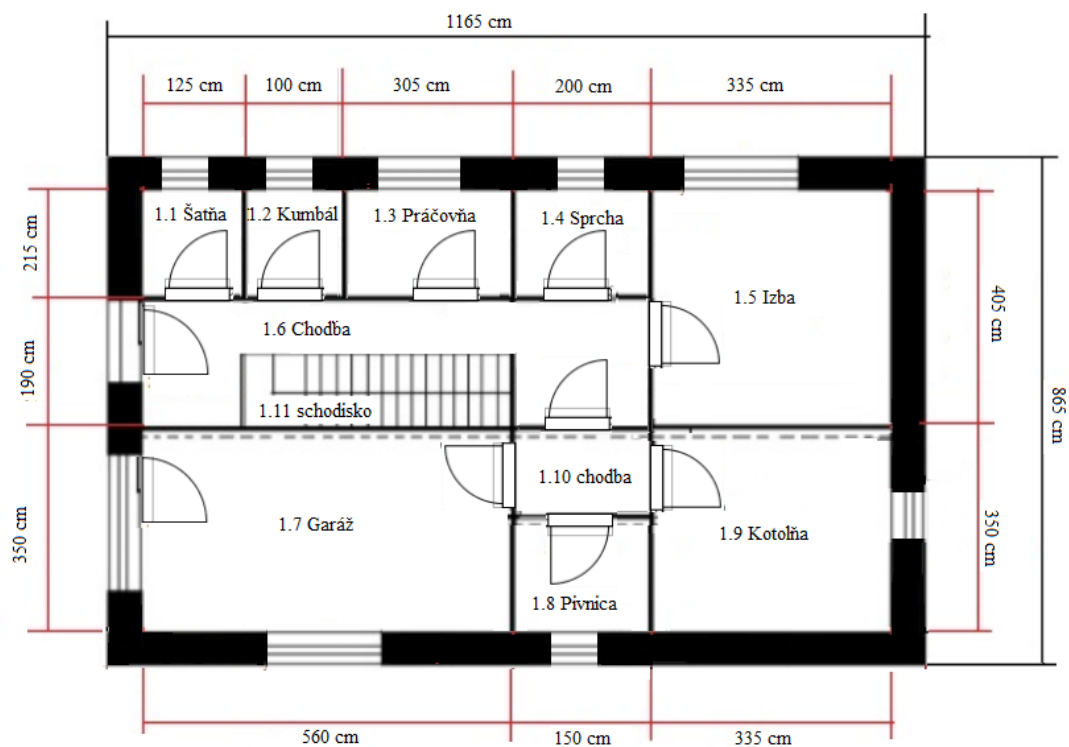
Príloha 3: 3D Animácia prízemí v programe TECHCON

Príloha 4: 3D Animácia prvého poschodia v programe TECHON

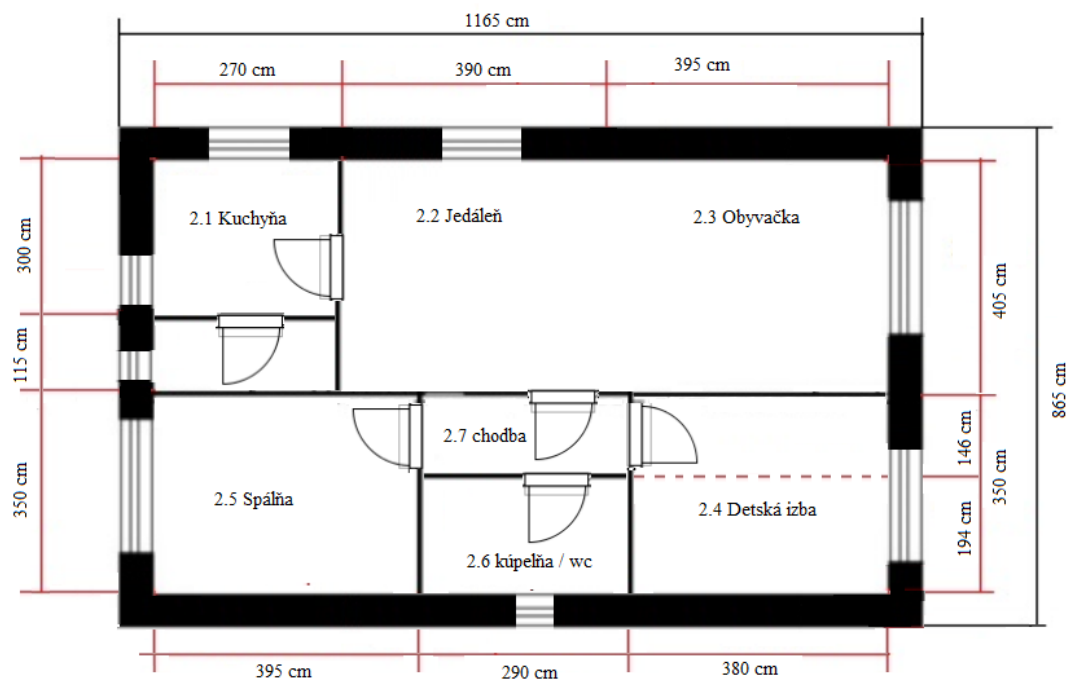
Príloha 5: Štruktúra sadzieb elektrickej energie

Príloha 6: Koncová cena elektrickej energie

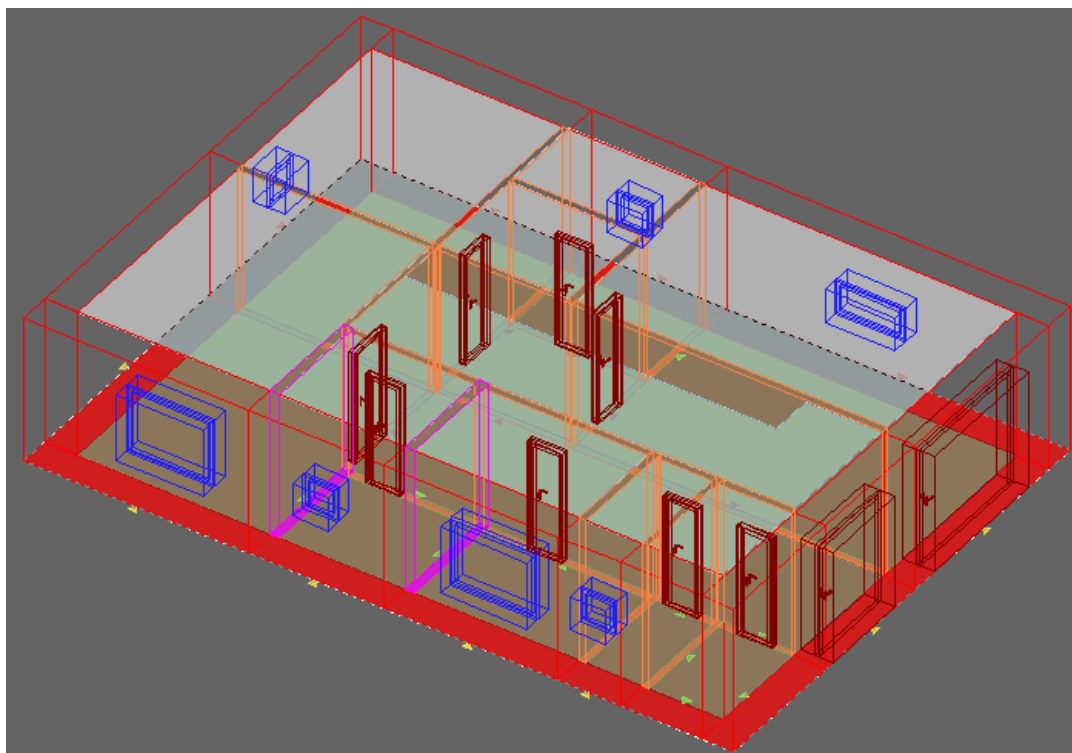
Príloha 1: Pôdorys prízemí



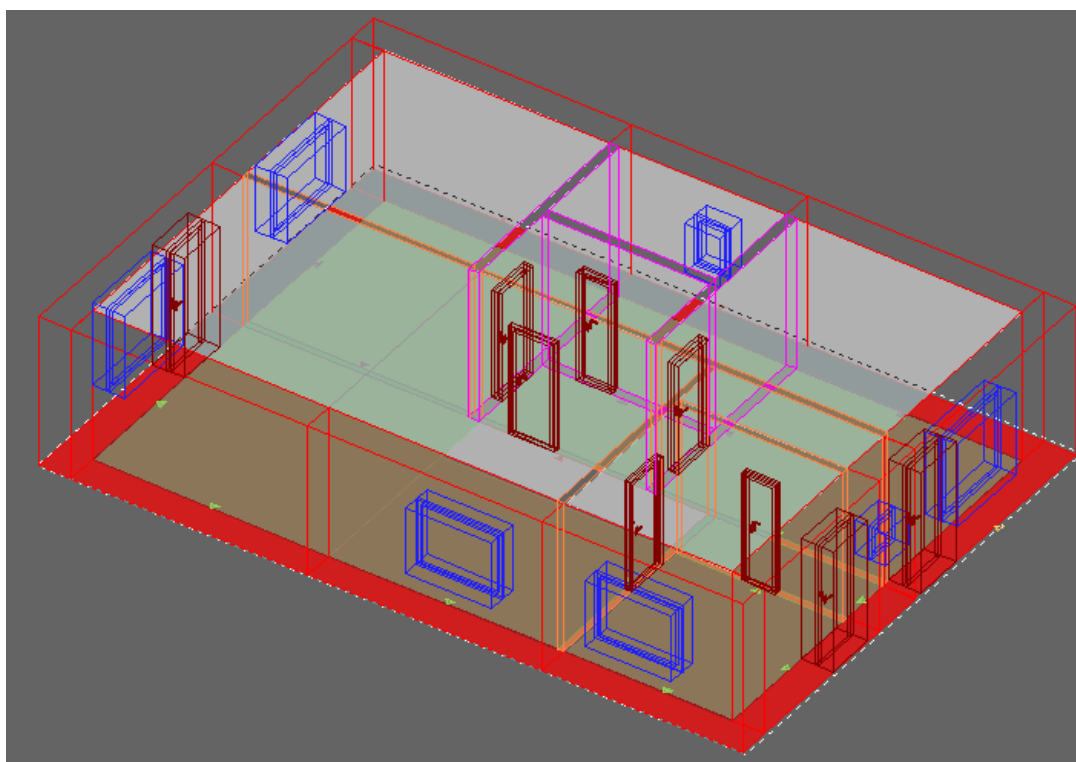
Príloha 2: Pôdorys prvého poschodia



Príloha 3: 3D Animácia prízemí v programe TECHCON



Príloha 4: 3D Animácia poschodia v programe TECHCON



Príloha 5: Štruktúra sadzieb elektrickej energie

ŠTRUKTÚRA SADZIEB	
Sadzba	Charakteristika sadzby
DD1	Vhodná pre odberné miesta s ročnou spotrebou elektriny nižšou ako 1 580 kWh.
DD2	Vhodná pre odberné miesta s ročnou spotrebou elektriny vyššou ako 1 580 kWh.
DD3	Vhodná pre bytovú spotrebu elektriny domácností s podstatnou časťou spotreby v NT, ktorá je spravidla poskytovaná 12 hodín denne, a to od 20.00 hod. do 08.00 hod. nepretržite.
DD4	Vhodná pre odberné miesta s operatívnym riadením času platnosti NT, najmä pre akumulčný ohrev vody, NT je poskytovaná minimálne 8 hodín denne.
DD5	Vhodná pre odberné miesta s elektrickým priamovýhrevným vykurovaním a s operatívnym riadením času platnosti NT, ktorá je poskytovaná minimálne 20 hodín denne.
DD6	Vhodná pre odberné miesta s tepelným čerpadlom, s operatívnym riadením času platnosti NT, ktorá je poskytovaná 22 hodín denne.
DD7	Vhodná pre odberné miesta s víkendovým režimom, NT je poskytnutá celoročne od piatka 15.00 hod. do pondelka 6.00 hod.
DD8	Vhodná pre odberné miesta s elektrickým akumulčným vykurovaním a elektrickým akumulčným ohrevom vody, s operatívnym riadením času platnosti NT. NT je poskytovaná minimálne 8 hodín denne.

VT – vysoké pásmo (vysoká tarifa); NT – nízke pásmo (nízka tarifa)

OM – odberné miesto

Pre priznanie sadzieb DD5, DD6 a DD8 je potrebné predložiť súhlas príslušného prevádzkovateľa distribučnej sústavy (PDS) s priznaním sadzby a doklady uvedené vo vyjadrení PDS k elektrickému vykurovaniu.

Príloha 6: Koncová cena elektrickej energie

PREHLAD KONCOVÝCH CIEN ELEKTRINY									
Sadzba	Mesačná platba OM/mesiac			VT			NT		
	EUR bez DPH	DPH 20 %	EUR s DPH	Koncové ceny elektriny bez DPH	DPH 20 %	Koncové ceny elektriny s DPH	Koncové ceny elektriny bez DPH	DPH 20 %	Koncové ceny elektriny s DPH
DD1	1,8400	0,3680	2,2080	0,1568926	0,0313785	0,1882711	-	-	-
DD2	6,8700	1,3740	8,2440	0,1186926	0,0237385	0,1424311	-	-	-
DD3	11,2600	2,2520	13,5120	0,1119326	0,0223865	0,1343191	0,0900026	0,0180005	0,1080031
DD4	7,6100	1,5220	9,1320	0,1336626	0,0267325	0,1603951	0,0907826	0,0181565	0,1089391
DD5	10,7300	2,1460	12,8760	0,1752326	0,0350465	0,2102791	0,0966026	0,0193205	0,1159231
DD6	10,7300	2,1460	12,8760	0,1791826	0,0358365	0,2150191	0,0969926	0,0193985	0,1163911
DD7	3,0400	0,6080	3,6480	0,2059126	0,0411825	0,2470951	0,0964326	0,0192865	0,1157191
DD8	1,9000	0,3800	2,2800	0,1389526	0,0277905	0,1667431	0,0767926	0,0153585	0,0921511